

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-048290

(43)Date of publication of application : 23.02.1999

(51)Int.Cl. B29C 45/26
B29C 45/37
B29C 45/80
// B29K101:12

(21)Application number : 09-208987

(71)Applicant : MITSUBISHI ENG PLAST KK

(22)Date of filing : 04.08.1997

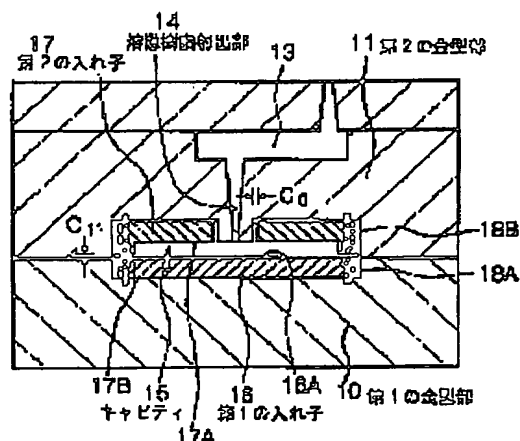
(72)Inventor : TAWARA HISASHI
ITO TAKAYUKI

(54) MOLDING, METHOD FOR MOLDING IT, AND MOLD ASSEMBLY

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for molding a thin molding having a thickness of 0.1 to 1 mm to bring about a molding fault even by using normal thermoplastic resin.

SOLUTION: The method for molding the molding uses first and second molds 10, 11, melted resin injecting unit 14 for injecting melted resin in a cavity 15, an insert 16 disposed at least one of the molds 10, 11 and manufactured by inorganic material having a thickness of 0.5 to 10 mm, elastic modulus of 0.8×10^6 kg/cm² or more and thermal conductivity of 0.2 to 2×10^{-2} cal/cm.sec.deg, and mold assembly for satisfying $L \cdot k_i \propto t_0^2(L \cdot 3)$, where t_0 (unit: mm) denotes a distance of the cavity 15 when the mold is clamped, k_i denotes fluid coefficient ($1.5 \cdot k_i \cdot 10$), α denotes flow index ($40 \cdot \alpha \cdot 800$), and L (unit: mm) denotes a distance from part of the cavity 15 disposed at the farthest place from a melted resin injecting unit 14 to the unit 14, and comprises the step of injecting melted thermoplastic resin from the unit 14 in the cavity 15.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 1 1 - 4 8 2 9 0

(43) 公開日 平成 1 1 年 (1 9 9 9) 2 月 2 3 日

(51) Int. Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B29C 45/26			B29C 45/26	
45/37			45/37	
45/80			45/80	
// B29K101:12				

審査請求 未請求 請求項の数 3 5 O L (全 5 2 頁)

(21) 出願番号 特願平 9 - 2 0 8 9 8 7

(22) 出願日 平成 9 年 (1 9 9 7) 8 月 4 日

(71) 出願人 5 9 4 1 3 7 5 7 9

三菱エンジニアリングプラスチックス株式
会社

東京都中央区京橋一丁目 1 番 1 号

(72) 発明者 田原 久志

神奈川県平塚市東八幡 5 丁目 6 番 2 号 三
菱エンジニアリングプラスチックス株式会
社技術センター内

(72) 発明者 伊藤 尊之

神奈川県平塚市東八幡 5 丁目 6 番 2 号 三
菱エンジニアリングプラスチックス株式会
社技術センター内

(74) 代理人 弁理士 山本 孝久

(54) 【発明の名称】 成形品及びその成形方法、並びに金型組立体

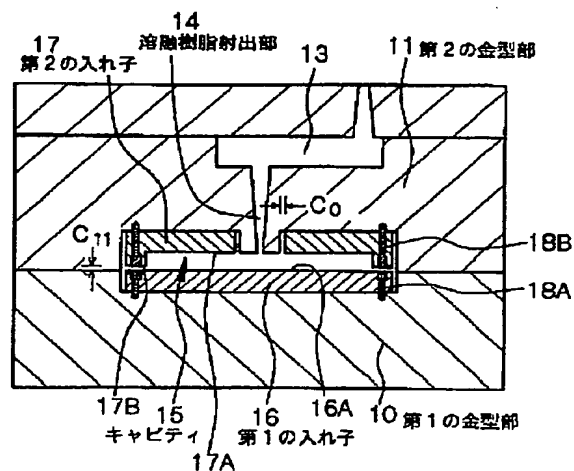
(57) 【要約】

【課題】 通常の熱可塑性樹脂を用いても成形不良を発生し得る、0.1~1mm厚の薄肉成形品の成形方法を提供する。

【解決手段】 (イ) 第 1 及び第 2 の金型部 10, 11、

(ロ) キャビティ 15 内に熔融樹脂を射出するための熔融樹脂射出部 14、並びに、(ハ) 該金型部の少なくとも一方に配設され、厚さ 0.5~10mm、弾性率 $0.8 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ 以上、熱伝導率 $0.2 \sim 2 \times 10^{-1} \text{ cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{deg}$ の無機材料から作製された入れ子 16 を備え、金型部を型締めしたときのキャビティ 15 の距離を t 、(単位: mm)、 k_1 を流動係数 (但し、 $1.5 \leq k_1 \leq 10$)、 α を熱可塑性樹脂の流動指数 (但し、 $40 \leq \alpha \leq 800$) とし、熔融樹脂射出部 14 から最も遠い所に位置するキャビティ 15 の部分から熔融樹脂射出部 14 までの距離を L (単位: mm) としたとき、 $L \leq k_1 \alpha t$ (但し $L \geq 3$) を満足する金型組立体を用い、熔融樹脂射出部 14 からキャビティ 15 内に熔融熱可塑性樹脂を射出する。

【図 1】 (実施例 1)



【特許請求の範囲】

【請求項1】厚さが0.1mm乃至1mmの熱可塑性樹脂製の成形品を成形するための金型組立体であって、

(イ) キャビティが設けられ、熱可塑性樹脂に基づき成形品を成形するための第1の金型部及び第2の金型部、

(ロ) 該第1若しくは第2の金型部に配置され、該第1の金型部と該第2の金型部とを型締めした状態において形成される該キャビティ内に溶融熱可塑性樹脂を射出するための溶融樹脂射出部、並びに、

(ハ) 該金型部の少なくとも一方に配設され、厚さ0.5mm乃至10mm、弾性率 $0.8 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ 以上、熱伝導率 $0.2 \times 10^{-1} \text{ cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{deg}$ 乃至 $2 \times 10^{-1} \text{ cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{deg}$ の無機材料から作製され、キャビティの一部を構成する入れ子、を備え、

第1の金型部と第2の金型部とを型締めしたときの金型部の開閉方向に沿ったキャビティの距離を t 、(単位: mm)、 k_1 を流動係数(但し、 $1.5 \leq k_1 \leq 10$)、 α を使用する熱可塑性樹脂の流動指数(但し、 $40 \leq \alpha \leq 800$)とし、溶融樹脂射出部から最も遠い所に位置するキャビティの部分から溶融樹脂射出部までの距離を L (単位: mm)としたとき、 $L \leq k_1 \alpha t^{1/2}$ (但し $L \geq 3$)

を満足することを特徴とする金型組立体。

【請求項2】厚さが0.1mm乃至1mmの熱可塑性樹脂製の成形品を成形するための金型組立体であって、

(イ) 容積を可変とし得るキャビティが設けられ、熱可塑性樹脂に基づき成形品を成形するための第1の金型部及び第2の金型部、

(ロ) 該第1若しくは第2の金型部に配置され、該第1の金型部と該第2の金型部とを型締めした状態において形成される該キャビティ内に溶融熱可塑性樹脂を射出するための溶融樹脂射出部、並びに、

(ハ) 該金型部の少なくとも一方に配設され、厚さ0.5mm乃至10mm、弾性率 $0.8 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ 以上、熱伝導率 $0.2 \times 10^{-1} \text{ cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{deg}$ 乃至 $2 \times 10^{-1} \text{ cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{deg}$ の無機材料から作製され、キャビティの一部を構成する入れ子、を備え、

キャビティの容積が成形すべき成形品の容積と等しくなる状態に第1の金型部と第2の金型部とを配置したときの金型部の開閉方向に沿ったキャビティの距離を t

、(単位: mm)、 k_2 を流動係数(但し、 $2 \leq k_2 \leq 20$)、 α を使用する熱可塑性樹脂の流動指数(但し、 $40 \leq \alpha \leq 800$)とし、溶融樹脂射出部から最も遠い所に位置するキャビティの部分から溶融樹脂射出部までの距離を L (単位: mm)としたとき、 $L \leq k_2 \alpha t^{1/2}$ (但し $L \geq 3$)

を満足することを特徴とする金型組立体。

【請求項3】第1の金型部と第2の金型部とを型締めし

たときの金型部の開閉方向に沿ったキャビティの距離を t (単位: mm)としたとき、 $1.05 t \leq t \leq 3 t$ 、の関係を満足することを特徴とする請求項2に記載の金型組立体。

【請求項4】第1の金型部と第2の金型部とによって印電構造が形成されることを特徴とする請求項2又は請求項3に記載の金型組立体。

【請求項5】キャビティの容積を可変とし得る中子が備えられていることを特徴とする請求項2又は請求項3に記載の金型組立体。

【請求項6】入れ子は第1の金型部及び第2の金型部に配設され、

第1の金型部に配設された入れ子を第1の入れ子、第2の金型部に配設された入れ子を第2の入れ子としたとき、第1の金型部と第2の金型部とを型締めした状態において、第1の入れ子の表面と、該第1の入れ子の表面と対向する第2の入れ子の表面との間のクリアランスは0.03mm以下であることを特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれか1項に記載の金型組立体。

【請求項7】入れ子は、 ZrO_2 、 ZrO_2-CaO 、 $ZrO_2-Y_2O_3$ 、 ZrO_2-MgO 、 ZrO_2-SiO_2 、 K_2O-TiO_2 、 Al_2O_3 、 Al_2O_3-TiC 、 Ti 、 N_2 、 $3Al_2O_3-2SiO_2$ 、 $MgO-SiO_2$ 、 $2MgO-SiO_2$ 、 $MgO-Al_2O_3-SiO_2$ 及びチタニアから成る群から選択されたセラミックス、若しくは、石英ガラス及び結晶化ガラスから成る群から選択されたガラスから作製されていることを特徴とする請求項1乃至請求項6のいずれか1項に記載の金型組立体。

【請求項8】入れ子の表面には薄膜が形成されており、該薄膜は、 $0.01 \mu\text{m}$ 乃至 $20 \mu\text{m}$ の厚さを有し、ビッカース硬度が600HV以上、動摩擦係数が0.5以下であって、熱可塑性樹脂との剥離強度が 1 kgf/cm 以下のセラミックス化合物、金属、金属化合物及び炭素化合物から成る群から選択された少なくとも1種類の材料から成ることを特徴とする請求項1乃至請求項7のいずれか1項に記載の金型組立体。

【請求項9】薄膜を構成する材料は、 TiN 、 $TiAlN$ 、 TiC 、 CBN 、 BN 、アモルファスダイヤモンド、 CrN 、 Cr 及び Ni から成る群から選択された材料であることを特徴とする請求項8に記載の金型組立体。

【請求項10】成形品に穴を形成するために、第1の金型部及び/又は第2の金型部に取り付けられ、キャビティ内を占める部分がキャビティの一部を構成するコアピンを更に備えていることを特徴とする請求項1乃至請求項9のいずれか1項に記載の金型組立体。

【請求項11】コアピンは、弾性率 $0.8 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ 以上、熱伝導率 $0.2 \times 10^{-1} \text{ cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{deg}$ 乃至 $2 \times 10^{-1} \text{ cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{deg}$ の無機材料から作製されていることを特徴とする

請求項 1 0 に記載の金型組立体。

【請求項 1 2】コアピンの表面には薄膜が形成され、該薄膜は、 $0.01\mu\text{m}$ 乃至 $20\mu\text{m}$ の厚さを有し、ビッカース硬度が 600Hv 以上、動摩擦係数が 0.5 以下であって、熱可塑性樹脂との剥離強度が $1\text{kgf}/\text{cm}$ 以下のセラミックス化合物、金属、金属化合物及び炭素化合物から成る群から選択された少なくとも 1 種類の材料から成ることを特徴とする請求項 1 1 に記載の金型組立体。

【請求項 1 3】コアピンは、 ZrO_2 、 ZrO_2-CaO 、 $\text{ZrO}_2-\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 ZrO_2-MgO 、 $\text{ZrO}_2-\text{SiO}_2$ 、 $\text{K}_2\text{O}-\text{TiO}_2$ 、 Al_2O_3 、 $\text{Al}_2\text{O}_3-\text{TiC}$ 、 TiN_2 、 $3\text{Al}_2\text{O}_3-2\text{SiO}_2$ 、 $\text{MgO}-\text{SiO}_2$ 、 $2\text{MgO}-\text{SiO}_2$ 、 $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 及びチタニアから成る群から選択されたセラミックス、若しくは、石英ガラス及び結晶化ガラスから成る群から選択されたガラスから作製されており、

該コアピンの表面に形成された薄膜を構成する材料は、 TiN 、 TiAlN 、 TiC 、 CBN 、 BN 、アモルファスダイヤモンド、 CrN 、 Cr 及び Ni から成る群から選択された材料であることを特徴とする請求項 1 2 に記載の金型組立体。

【請求項 1 4】コアピンは、

(a) 第 1 の金型部及び／又は第 2 の金型部に取り付けられたコアピン取付部と、

(b) コアピン取付部に取り付けられ、一端が閉塞しそして他端が開口した形状、若しくは、両端が開口した形状を有する環状部材、とから成り、

該環状部材は、キャビティ内を占めるコアピンの部分の表面を構成し、

該コアピン取付部は、該環状部材の他端から環状部材の内部に延在しており、該環状部材は、弾性率 $0.8 \times 10^4 \text{kg}/\text{cm}^2$ 以上、熱伝導率 $0.2 \times 10^{-1} \text{cal}/\text{cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{deg}$ 乃至 $2 \times 10^{-1} \text{cal}/\text{cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{deg}$ の無機材料から作製されていることを特徴とする請求項 1 0 に記載の金型組立体。

【請求項 1 5】環状部材の表面には薄膜が形成され、該薄膜は、 $0.01\mu\text{m}$ 乃至 $20\mu\text{m}$ の厚さを有し、ビッカース硬度が 600Hv 以上、動摩擦係数が 0.5 以下であって、熱可塑性樹脂との剥離強度が $1\text{kgf}/\text{cm}$ 以下のセラミックス化合物、金属、金属化合物及び炭素化合物から成る群から選択された少なくとも 1 種類の材料から成ることを特徴とする請求項 1 4 に記載の金型組立体。

【請求項 1 6】環状部材は、 ZrO_2 、 ZrO_2-CaO 、 $\text{ZrO}_2-\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 ZrO_2-MgO 、 $\text{ZrO}_2-\text{SiO}_2$ 、 $\text{K}_2\text{O}-\text{TiO}_2$ 、 Al_2O_3 、 $\text{Al}_2\text{O}_3-\text{TiC}$ 、 TiN_2 、 $3\text{Al}_2\text{O}_3-2\text{SiO}_2$ 、 $\text{MgO}-\text{SiO}_2$ 、 $2\text{MgO}-\text{SiO}_2$ 、 $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 及びチタニアから成る群から選択されたセラミックス、

若しくは、石英ガラス及び結晶化ガラスから成る群から選択されたガラスから作製されており、

該環状部材の表面に形成された薄膜を構成する材料は、 TiN 、 TiAlN 、 TiC 、 CBN 、 BN 、アモルファスダイヤモンド、 CrN 、 Cr 及び Ni から成る群から選択された材料であることを特徴とする請求項 1 5 に記載の金型組立体。

【請求項 1 7】厚さが 0.1mm 乃至 1mm の熱可塑性樹脂製の成形品の成形方法であって、

10 (イ) キャビティが設けられ、熱可塑性樹脂に基づき成形品を成形するための第 1 の金型部及び第 2 の金型部、

(ロ) 該第 1 若しくは第 2 の金型部に配置され、該第 1 の金型部と該第 2 の金型部とを型締めした状態において形成される該キャビティ内に熔融熱可塑性樹脂を射出するための熔融樹脂射出部、並びに、

(ハ) 該金型部の少なくとも一方に配設され、厚さ 0.5mm 乃至 10mm 、弾性率 $0.8 \times 10^4 \text{kg}/\text{cm}^2$ 以上、熱伝導率 $0.2 \times 10^{-1} \text{cal}/\text{cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{deg}$ 乃至 $2 \times 10^{-1} \text{cal}/\text{cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{deg}$ の無機材料から作製され、キャビティの一部を構成する入れ子、を備え、

20 第 1 の金型部と第 2 の金型部とを型締めしたときの金型部の開閉方向に沿ったキャビティの距離を t 、(単位： mm)、 k_1 を流動係数 (但し、 $1.5 \leq k_1 \leq 10$)、 α を使用する熱可塑性樹脂の流動指数 (但し、 $40 \leq \alpha \leq 800$) とし、熔融樹脂射出部から最も遠い所に位置するキャビティの部分から熔融樹脂射出部までの距離を L (単位： mm) としたとき、 $L \leq k_1 \alpha t^{1/2}$ (但し $L \geq 3$)

30 を満足する金型組立体を用い、

熔融樹脂射出部からキャビティ内に熔融熱可塑性樹脂を射出することを特徴とする成形品の成形方法。

【請求項 1 8】厚さが 0.1mm 乃至 1mm の熱可塑性樹脂製の成形品の成形方法であって、

(イ) 容積を可変とし得るキャビティが設けられ、熱可塑性樹脂に基づき成形品を成形するための第 1 の金型部及び第 2 の金型部、

40 (ロ) 該第 1 若しくは第 2 の金型部に配置され、該第 1 の金型部と該第 2 の金型部とを型締めした状態において形成される該キャビティ内に熔融熱可塑性樹脂を射出するための熔融樹脂射出部、並びに、

(ハ) 該金型部の少なくとも一方に配設され、厚さ 0.5mm 乃至 10mm 、弾性率 $0.8 \times 10^4 \text{kg}/\text{cm}^2$ 以上、熱伝導率 $0.2 \times 10^{-1} \text{cal}/\text{cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{deg}$ 乃至 $2 \times 10^{-1} \text{cal}/\text{cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{deg}$ の無機材料から作製され、キャビティの一部を構成する入れ子、を備え、

50 キャビティの容積が成形すべき成形品の容積と等しくなる状態に第 1 の金型部と第 2 の金型部とを配置したときの金型部の開閉方向に沿ったキャビティの距離を t

。(単位: mm)、第1の金型部と第2の金型部とを型締めしたときの金型部の開閉方向に沿ったキャビティの距離を t (単位はmmであり、 $t > t_0$)、 k_c を流動係数(但し、 $2 \leq k_c \leq 20$)、 α を使用する熱可塑性樹脂の流動指数(但し、 $40 \leq \alpha \leq 800$)とし、熔融樹脂射出部から最も遠い所に位置するキャビティの部分から熔融樹脂射出部までの距離を L (単位: mm)としたとき、

$$L \leq k_c \alpha t_0^2 \quad (\text{但し } L \geq 3)$$

を満足する金型組立体を用い、

金型部の開閉方向に沿ったキャビティの距離が t となるように第1の金型部と第2の金型部とを型締めし、熔融樹脂射出部から該キャビティ内に熔融熱可塑性樹脂を射出し、射出中あるいは射出完了後、金型部の開閉方向に沿ったキャビティの距離を t_0 とすることを特徴とする成形品の成形方法。

【請求項19】 $1.05t_0 \leq t \leq 3t_0$ の関係を満足することを特徴とする請求項18に記載の成形品の成形方法。

【請求項20】 第1の金型部と第2の金型部とによって印電構造が形成されることを特徴とする請求項18又は請求項19に記載の成形品の成形方法。

【請求項21】 キャビティの容積を可変とし得る中子が金型組立体には更に備えられていることを特徴とする請求項18又は請求項19に記載の成形品の成形方法。

【請求項22】 入れ子は第1の金型部及び第2の金型部に配設され、

第1の金型部に配設された入れ子を第1の入れ子、第2の金型部に配設された入れ子を第2の入れ子としたとき、第1の金型部と第2の金型部とを型締めした状態において、第1の入れ子の表面と、該第1の入れ子の表面と対向する第2の入れ子の表面との間のクリアランスは 0.03mm 以下であることを特徴とする請求項17乃至請求項21のいずれか1項に記載の成形品の成形方法。

【請求項23】 入れ子は、 ZrO_2 、 ZrO_2-CaO 、 $ZrO_2-Y_2O_3$ 、 ZrO_2-MgO 、 ZrO_2-SiO_2 、 K_2O-TiO_2 、 Al_2O_3 、 Al_2O_3-TiC 、 Ti_3N_2 、 $3Al_2O_3-2SiO_2$ 、 $MgO-SiO_2$ 、 $2MgO-SiO_2$ 、 $MgO-Al_2O_3-SiO_2$ 及びチタニアから成る群から選択されたセラミックス、若しくは、石英ガラス及び結晶化ガラスから成る群から選択されたガラスから作製されていることを特徴とする請求項17乃至請求項22のいずれか1項に記載の成形品の成形方法。

【請求項24】 入れ子の表面には薄膜が形成されており、

該薄膜は、 $0.01\mu\text{m}$ 乃至 $20\mu\text{m}$ の厚さを有し、ピッカース硬度が 600Hv 以上、動摩擦係数が 0.5 以下であって、熱可塑性樹脂との剥離強度が $1\text{kgf}/\text{cm}$

m 以下のセラミックス化合物、金属、金属化合物及び炭素化合物から成る群から選択された少なくとも1種類の材料から成ることを特徴とする請求項17乃至請求項23のいずれか1項に記載の成形品の成形方法。

【請求項25】 薄膜を構成する材料は、 TiN 、 $TiAlN$ 、 TiC 、 CBN 、 BN 、アモルファスダイヤモンド、 CrN 、 Cr 及び Ni から成る群から選択された材料であることを特徴とする請求項24に記載の成形品の成形方法。

10 【請求項26】 成形品に穴を形成するために、第1の金型部及び/又は第2の金型部に取り付けられ、キャビティ内を占める部分がキャビティの一部を構成するコアピンを更に備えていることを特徴とする請求項17乃至請求項25のいずれか1項に記載の成形品の成形方法。

【請求項27】 コアピンは、弾性率 $0.8 \times 10^4 \text{kg}/\text{cm}^2$ 以上、熱伝導率 $0.2 \times 10^{-1} \text{cal}/\text{cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{deg}$ 乃至 $2 \times 10^{-1} \text{cal}/\text{cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{deg}$ の無機材料から作製されていることを特徴とする請求項26に記載の成形品の成形方法。

20 【請求項28】 コアピンの表面には薄膜が形成され、該薄膜は、 $0.01\mu\text{m}$ 乃至 $20\mu\text{m}$ の厚さを有し、ピッカース硬度が 600Hv 以上、動摩擦係数が 0.5 以下であって、熱可塑性樹脂との剥離強度が $1\text{kgf}/\text{cm}$ 以下のセラミックス化合物、金属、金属化合物及び炭素化合物から成る群から選択された少なくとも1種類の材料から成ることを特徴とする請求項27に記載の成形品の成形方法。

【請求項29】 コアピンは、 ZrO_2 、 ZrO_2-CaO 、 $ZrO_2-Y_2O_3$ 、 ZrO_2-MgO 、 ZrO_2-SiO_2 、 K_2O-TiO_2 、 Al_2O_3 、 Al_2O_3-TiC 、 Ti_3N_2 、 $3Al_2O_3-2SiO_2$ 、 $MgO-SiO_2$ 、 $2MgO-SiO_2$ 、 $MgO-Al_2O_3-SiO_2$ 及びチタニアから成る群から選択されたセラミックス、若しくは、石英ガラス及び結晶化ガラスから成る群から選択されたガラスから作製されており、

該コアピンの表面に形成された薄膜を構成する材料は、 TiN 、 $TiAlN$ 、 TiC 、 CBN 、 BN 、アモルファスダイヤモンド、 CrN 、 Cr 及び Ni から成る群から選択された材料であることを特徴とする請求項28に記載の成形品の成形方法。

【請求項30】 コアピンは、

(a) 第1の金型部及び/又は第2の金型部に取り付けられたコアピン取付部と、

(b) コアピン取付部に取り付けられ、一端が閉塞しそして他端が開口した形状、若しくは、両端が開口した形状を有する環状部材、とから成り、該環状部材は、キャビティ内を占めるコアピンの部分の表面を構成し、

該コアピン取付部は、該環状部材の他端から環状部材の内部に延在しており、

該環状部材は、弾性率 $0.8 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ 以上、熱伝導率 $0.2 \times 10^{-2} \text{ cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{deg}$ 乃至 $2 \times 10^{-2} \text{ cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{deg}$ の無機材料から作製されていることを特徴とする請求項 26 に記載の成形品の成形方法。

【請求項 31】環状部材の表面には薄膜が形成され、該薄膜は、 $0.01 \mu\text{m}$ 乃至 $20 \mu\text{m}$ の厚さを有し、ビッカース硬度が 600 Hv 以上、動摩擦係数が 0.5 以下であって、熱可塑性樹脂との剥離強度が 1 kgf/cm 以下のセラミックス化合物、金属、金属化合物及び炭素化合物から成る群から選択された少なくとも 1 種類の材料から成ることを特徴とする請求項 30 に記載の成形品の成形方法。

【請求項 32】環状部材は、 ZrO_2 、 $\text{ZrO}_2 - \text{CaO}$ 、 $\text{ZrO}_2 - \text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZrO}_2 - \text{MgO}$ 、 $\text{ZrO}_2 - \text{SiO}_2$ 、 $\text{K}_2\text{O} - \text{TiO}_2$ 、 Al_2O_3 、 $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{TiC}$ 、 Ti_3N_4 、 $3\text{Al}_2\text{O}_3 - 2\text{SiO}_2$ 、 $\text{MgO} - \text{SiO}_2$ 、 $2\text{MgO} - \text{SiO}_2$ 、 $\text{MgO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ 、及びチタニアから成る群から選択されたセラミックス、若しくは、石英ガラス及び結晶化ガラスから成る群から選択されたガラスから作製されており、

該環状部材の表面に形成された薄膜を構成する材料は、 TiN 、 TiAlN 、 TiC 、 CBN 、 BN 、アモルファスダイヤモンド、 CrN 、 Cr 及び Ni から成る群から選択された材料であることを特徴とする請求項 31 に記載の成形品の成形方法。

【請求項 33】前記請求項 17 乃至請求項 32 のいずれか 1 項に記載された成形品の成形方法によって成形されたことを特徴とする成形品。

【請求項 34】成形品は IC カード用のカードであることを特徴とする請求項 33 に記載の成形品。

【請求項 35】成形品は、携帯電話用のハウジング、携帯用 OA 用のハウジング、情報記憶媒体用のハウジングあるいはケースであることを特徴とする請求項 33 に記載の成形品。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、熱可塑性樹脂により得られる厚さが 0.1 mm 乃至 1 mm の成形品及びその成形方法、並びに係る成形品の成形に適した金型組立体に関する。更に詳しくは、射出成形法あるいは射出圧縮成形法によって成形品を成形する際に、金型部に設けられたキャビティ内に射出された熔融熱可塑性樹脂の流動距離を向上させ得る、熱可塑性樹脂に基づき成形された厚さが 0.1 mm 乃至 1 mm の成形品及びその成形方法、並びに係る成形品の成形に適した金型組立体に関する。

【0002】

【従来の技術】熱可塑性樹脂に基づき成形品を成形するための金型（以下、単に金型と呼ぶ）は、通常、金型に

設けられた中空部分であるキャビティ内に熔融熱可塑性樹脂（以下、単に熔融樹脂と呼ぶ場合がある）を射出する際の高い圧力によっても変形しない金属材料、例えば、炭素鋼、ステンレス鋼、アルミニウム合金、銅合金から作製されている。そして、金型に設けられたキャビティ内に熔融樹脂を射出することで、所望の形状を有し、しかも金型のキャビティを構成する面（以下、便宜上、金型のキャビティ面と呼ぶ）が転写された成形品を得ている。

【0003】このような金属材料から作製された金型を用いて成形を行なう場合、厚さが 1 mm 以下の薄肉成形品を成形することは容易ではない。通常、金型は、射出された樹脂に起因した圧力等の高い応力によっても変形しない上述の金属材料から作製されているが、これらの金属材料は、また、熱伝導性に優れている。それ故、キャビティ内に射出された熔融樹脂は金型のキャビティ面と接触したとき、瞬時に冷却され始める。その結果、金型のキャビティ面と接触した熔融樹脂の部分に固化層が形成される。そして、その固化層の間に形成された空間内を熔融樹脂が流れるため（図 4-3 の（A）の模式的な断面図参照）、熔融樹脂が流動し得る空間はキャビティの断面空間よりも狭くなる。その結果、キャビティ内での熔融樹脂の流れが阻害され、キャビティ内における熔融樹脂の流動距離が短くなり、キャビティ内を熔融樹脂で完全に充填できなくなる（図 4-3 の（B）の模式的な断面図参照）。また、固化層が発達し易いために、フローマーク、転写不良、ウェルドライン等の成形不良が成形品に発生し易く、繊維強化成形材料を用いた場合、成形品表面に繊維が析出し易いという問題もある。

【0004】これらの問題点を解決するために、第 1 の方法として、熔融樹脂を高速射出成形機を用いてキャビティ内に高速射出することによって、熔融樹脂をキャビティ内で無理矢理流動させる方法がある。あるいは又、第 2 の方法として、金型温度を高温にして熔融樹脂の固化層の発達を遅らせて、キャビティ内における熔融樹脂の流動距離を延ばす方法がある。更には、第 3 の方法として、低分子量の熱可塑性樹脂を用いることによって熔融樹脂の粘度を低くして成形することで、キャビティ内における熔融樹脂の流動距離を延ばす方法がある。

【0005】しかしながら、第 1 の方法においては、成形装置が特殊になったり、成形装置を大型化する必要があるため、金型自体の大型化・肉厚化による成形品の製造コストアップにつながる。しかも、キャビティ内への熔融樹脂の高速充填により薄肉成形品内部に応力が残留し、その結果、薄肉成形品に反りが発生し、薄肉成形品の品質が低下するといった問題も発生し易い。第 2 の方法においては、金型温度を成形に用いる熱可塑性樹脂の荷重挽み温度よりもやや低めに設定して固化層の発達を遅らせるために、キャビティ内の樹脂の冷却時間が長くなる結果、成形サイクルが長くなり、生産性が低下する

といった問題がある。第 3 の方法においては、低分子量の熱可塑性樹脂を低くするため、得られた薄肉成形品の靱性が劣り、薄肉成形品が得られても使用中に割れ等の損傷が生じるという問題がある。

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】これらの問題を解決するため、ポリイミド樹脂等の耐熱プラスチックを低熱伝導材として金型のキャビティ面に配設し、キャビティ内に射出された熔融樹脂における固化層の発達を抑えることで、成形品の外観を改良する方法が提案されている。更に、このような方法と高速射出成形機とを組み合わせることによって薄肉成形品を成形することも考えられるが、キャビティ内への熱可塑性樹脂の高速射出によって低熱伝導材が変形したり、傷が付き易い等の問題がある。

【 0 0 0 7 】あるいは又、耐熱性プラスチックの表面に金属あるいはセラミックスから成る薄膜を化学的気相成長法 (C V D 法) 等で形成させて成る低熱伝導材も知られているが、プラスチックへの薄膜の密着性が悪く、表面から薄膜が剥離したりクラックが発生したりするといった問題がある。それ故、一般に、試験用金型若しくは簡易金型として用いられるだけであり、長期使用には耐えられない。

【 0 0 0 8 】従って、本発明の目的は、成形時、金型部のキャビティを構成する面の状態を確実に成形品の表面に転写することができ、通常の熱可塑性樹脂を用いても成形品に成形不良が発生することのない、熱可塑性樹脂に基づき成形される厚さが 0 . 1 mm 乃至 1 mm の薄肉の成形品及びその成形方法、並びに係る成形品の成形に適した金型組立体を提供することにある。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するための本発明の第 1 の態様に係る金型組立体は、厚さが 0 . 1 mm 乃至 1 mm の熱可塑性樹脂製の成形品を成形するための金型組立体であって、(イ) キャビティが設けられ、熱可塑性樹脂に基づき成形品を成形するための第 1 の金型部及び第 2 の金型部、(ロ) 該第 1 若しくは第 2 の金型部に配置され、該第 1 の金型部と該第 2 の金型部とを型締めした状態において形成される該キャビティ内に熔融熱可塑性樹脂を射出するための熔融樹脂射出部、並びに、(ハ) 該金型部の少なくとも一方に配設され、厚さ 0 . 5 mm 乃至 1 0 mm、弾性率 $0 . 8 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ 以上、熱伝導率 $0 . 2 \times 10^{-1} \text{ cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{deg}$ 乃至 $2 \times 10^{-1} \text{ cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{deg}$ の無機材料から作製され、キャビティの一部を構成する入れ子、を備え、第 1 の金型部と第 2 の金型部とを型締めしたときの金型部の開閉方向に沿ったキャビティの距離を t 、(単位: mm)、 k_1 を流動係数 (但し、 $1 . 5 \leq k_1 \leq 10$)、 α を使用する熱可塑性樹脂の流動指数 (但し、 $40 \leq \alpha \leq 800$) とし、熔融樹脂

射出部から最も遠い所に位置するキャビティの部分から熔融樹脂射出部までの距離を L (単位: mm) としたとき、

$$L \leq k_1 \alpha t_1^2 \quad (\text{但し } L \geq 3)$$

を満足することを特徴とする。

【 0 0 1 0 】上記の目的を達成するための本発明の第 1 の態様に係る成形品の成形方法は、厚さが 0 . 1 mm 乃至 1 mm の熱可塑性樹脂製の成形品の成形方法であって、上記の本発明の第 1 の態様に係る金型組立体を用い、熔融樹脂射出部からキャビティ内に熔融熱可塑性樹脂を射出することを特徴とする。即ち、(イ) キャビティが設けられ、熱可塑性樹脂に基づき成形品を成形するための第 1 の金型部及び第 2 の金型部、(ロ) 該第 1 若しくは第 2 の金型部に配置され、該第 1 の金型部と該第 2 の金型部とを型締めした状態において形成される該キャビティ内に熔融熱可塑性樹脂を射出するための熔融樹脂射出部、並びに、(ハ) 該金型部の少なくとも一方に配設され、厚さ 0 . 5 mm 乃至 1 0 mm、弾性率 $0 . 8 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ 以上、熱伝導率 $0 . 2 \times 10^{-1} \text{ cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{deg}$ 乃至 $2 \times 10^{-1} \text{ cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{deg}$ の無機材料から作製され、キャビティの一部を構成する入れ子、を備え、第 1 の金型部と第 2 の金型部とを型締めしたときの金型部の開閉方向に沿ったキャビティの距離を t 、(単位: mm)、 k_1 を流動係数 (但し、 $1 . 5 \leq k_1 \leq 10$)、 α を使用する熱可塑性樹脂の流動指数 (但し、 $40 \leq \alpha \leq 800$) とし、熔融樹脂射出部から最も遠い所に位置するキャビティの部分から熔融樹脂射出部までの距離を L (単位: mm) としたとき、

$$L \leq k_1 \alpha t_1^2 \quad (\text{但し } L \geq 3)$$

を満足する金型組立体を用い、熔融樹脂射出部からキャビティ内に熔融熱可塑性樹脂を射出することを特徴とする。

【 0 0 1 1 】上記の目的を達成するための本発明の第 2 の態様に係る金型組立体は、厚さが 0 . 1 mm 乃至 1 mm の熱可塑性樹脂製の成形品を成形するための金型組立体であって、(イ) 容積を可変とし得るキャビティが設けられ、熱可塑性樹脂に基づき成形品を成形するための第 1 の金型部及び第 2 の金型部、(ロ) 該第 1 若しくは第 2 の金型部に配置され、該第 1 の金型部と該第 2 の金型部とを型締めした状態において形成される該キャビティ内に熔融熱可塑性樹脂を射出するための熔融樹脂射出部、並びに、(ハ) 該金型部の少なくとも一方に配設され、厚さ 0 . 5 mm 乃至 1 0 mm、弾性率 $0 . 8 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ 以上、熱伝導率 $0 . 2 \times 10^{-1} \text{ cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{deg}$ 乃至 $2 \times 10^{-1} \text{ cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{deg}$ の無機材料から作製され、キャビティの一部を構成する入れ子、を備え、キャビティの容積が成形すべき成形品の容積と等しくなる状態に第 1 の金型部と第 2 の金型部とを配置したときの金型部の開閉方向に沿っ

たキャビティの距離を t 、(単位: mm)、 k_c を流動係数 (但し、 $2 \leq k_c \leq 20$)、 α を使用する熱可塑性樹脂の流動指数 (但し、 $40 \leq \alpha \leq 800$) とし、熔融樹脂射出部から最も遠い所に位置するキャビティの部分から熔融樹脂射出部までの距離を L (単位: mm) としたとき、

$$L \leq k_c \alpha t,^2 \quad (\text{但し } L \geq 3)$$

を満足することを特徴とする。

【0012】上記の目的を達成するための本発明の第2の態様に係る成形品の成形方法は、厚さが0.1mm乃至1mmの熱可塑性樹脂製の成形品の成形方法であって、上記の本発明の第2の態様に係る金型組立体を用いる成形方法である。即ち、(イ)容積を可変とし得るキャビティが設けられ、熱可塑性樹脂に基づき成形品を成形するための第1の金型部及び第2の金型部、(ロ)該第1若しくは第2の金型部に配置され、該第1の金型部と該第2の金型部とを型締めした状態において形成される該キャビティ内に熔融熱可塑性樹脂を射出するための熔融樹脂射出部、並びに、(ハ)該金型部の少なくとも一方に配設され、厚さ0.5mm乃至10mm、弾性率 $0.8 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ 以上、熱伝導率 $0.2 \times 10^{-1} \text{ cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{deg}$ 乃至 $2 \times 10^{-1} \text{ cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{deg}$ の無機材料から作製され、キャビティの一部を構成する入れ子、を備え、キャビティの容積が成形すべき成形品の容積と等しくなる状態に第1の金型部と第2の金型部とを配置したときの金型部の開閉方向に沿ったキャビティの距離を t 、(単位: mm)、第1の金型部と第2の金型部とを型締めしたときの金型部の開閉方向に沿ったキャビティの距離を t (単位はmmであり、 $t > t_0$)、 k_c を流動係数 (但し、 $2 \leq k_c \leq 20$)、 α を使用する熱可塑性樹脂の流動指数 (但し、 $40 \leq \alpha \leq 800$) とし、熔融樹脂射出部から最も遠い所に位置するキャビティの部分から熔融樹脂射出部までの距離を L (単位: mm) としたとき、

$$L \leq k_c \alpha t,^2 \quad (\text{但し } L \geq 3)$$

を満足する金型組立体を用い、金型部の開閉方向に沿ったキャビティの距離が t となるように第1の金型部と第2の金型部とを型締めし、熔融樹脂射出部から該キャビティ内に熔融熱可塑性樹脂を射出し、射出中あるいは射出完了後、金型部の開閉方向に沿ったキャビティの距離を t とすることを特徴とする。換言すれば、成形すべき成形品の容積 (V_f) よりもキャビティの容積 (V_c) が大きくなるように第1の金型部と第2の金型部とを型締めし、熔融樹脂射出部から該キャビティ (容積: V_c) 内に熔融熱可塑性樹脂を射出し、熱可塑性樹脂の射出中あるいは射出完了後、キャビティの容積を成形すべき成形品の容積 (容積: V_f) まで減少させることを特徴とする。尚、このような成形方法は、一般には、射出圧縮成形法と呼ばれる。ここで、金型部の開閉方向に沿ってキャビティの距離 t を減少させ始める時点、ある

いは、キャビティの容積 (V_c) を減少させ始める時点は、熱可塑性樹脂の射出中あるいは射出完了後 (射出完了と同時に含める) である。一方、金型部の開閉方向に沿ったキャビティの距離が t となる時点、あるいは、キャビティの容積が成形すべき成形品の容積 (V_f) となる時点は、射出完了後 (射出完了と同時に含む) とすることが好ましい。

【0013】本発明の第2の態様に係る金型組立体若しくは成形品の成形方法においては、 $1.05 t_0 \leq t \leq 3 t_0$ の関係を満足することが好ましい。 $t > 3 t_0$ になると、キャビティ内に射出された熔融樹脂内に空気が巻き込まれたり、圧縮が困難になる。一方、 $t < 1.05 t_0$ では、距離 L の延長を図り難くなる。以下、便宜上、この距離 L を流動距離 L と呼ぶ場合がある。尚、第1の金型部と第2の金型部とによって印竈構造が形成され、あるいは又、キャビティの容積を可変とし得る中子が備えられていることが好ましい。中子の移動の制御は、例えば油圧シリンダーで行うことができる。

【0014】本発明によっても、厚さ0.1mm未満の厚さを有する成形品を確実に成形することは困難である。一方、厚さが1mmを越える成形品は、従来の入れ子を備えていない金属材料から作製された金型組立体を用いて成形することができる。

【0015】入れ子の厚さが0.5mm未満の場合、入れ子による断熱効果が少なくなり、キャビティ内に射出された熔融樹脂の急冷を招き、ウエルドマークやフローマーク等の外観不良が成形品に発生し易くなることに加え、流動距離 L を延ばすことができなくなる。また、金型組立体を構成する金属材料から作製された金型部に入れ子を固定する際には、例えば熱硬化性接着剤を用いて入れ子を金型部に接着すればよいが、入れ子の厚さが0.5mm未満の場合、接着剤の膜厚が不均一になると入れ子に不均一な応力が残るために、成形品表面がうねる現象が生じたり、キャビティ内に射出された熔融樹脂の圧力によって入れ子が破損することがある。一方、入れ子の厚さが10mmを越える場合、入れ子による断熱効果が大きくなり過ぎ、キャビティ内の樹脂の冷却時間を延長しないと、成形品取り出し後に成形品が変形することがある。それ故、成形サイクルの延長といった問題が発生することがある。尚、入れ子の厚さは、0.5mm乃至10mm、好ましくは1mm乃至7mm、一層好ましくは2mm乃至5mmである。

【0016】入れ子を構成する無機材料の弾性率は、 $0.8 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ 以上、好ましくは $1.5 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ 以上、更に好ましくは $2.0 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ 以上であることが必要とされる。入れ子を構成する無機材料の弾性率が $0.8 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ 未満の場合、キャビティ内に射出された熔融樹脂の圧力によって入れ子の変形を起こす虞がある。弾性率としては、一般に用いられるヤング率の値を用いることができ

る。例えば、高弾性率のフィラーが添加された熱硬化性プラスチックを用いることによって上記の弾性率を上回る弾性率を有する入れ子を作製することも可能である。しかしながら、フィラーを取り巻く材料が樹脂であるが故に、キャビティ内に射出された熔融樹脂の圧力によって入れ子に部分的に凹凸が発生する。従って、無機材料から作製された入れ子とする必要がある。

【0017】入れ子を構成する無機材料の熱伝導率は、キャビティ内の熔融樹脂の急冷を防止する目的で、 $0.2 \times 10^{-1} \text{ cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{deg}$ 乃至 $2 \times 10^{-1} \text{ cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{deg}$ であることが必要とされる。この範囲を越える熱伝導率を有する無機材料を用いて入れ子を作製した場合、キャビティ内の熔融樹脂が入れ子によって急冷されるために、入れ子を備えていない通常の金属材料から作製された金型組立体を用いて成形された成形品と同程度の外観しか得られない。また、流動距離 L が、通常の金属材料から作製された金型組立体の流動距離程度の値となってしまう。一方、この範囲未満の場合、固化層の発達を防止できるものの、キャビティ内の樹脂の冷却が遅くなり、成形サイクルの延長と

いった問題が発生する虞がある。

【0018】熱可塑性樹脂の流動性（流動指数 α ）は種類によって様々の値をとる。流動性の悪い高分子量のポリカーボネートの流動指数 α は例えば約 40 であり、流動性の良いポリプロピレンや液晶ポリマー材料における流動指数 α は例えば約 800 であり、使用する熱可塑性樹脂に依り流動指数には相当の相違がある。流動指数 α は、使用する熱可塑性樹脂や成形条件（例えば、金型温度；熔融熱可塑性樹脂の温度、射出圧力、射出速度等）に依存する。尚、同じ熱可塑性樹脂を使用する場合であっても、これらの金型温度、熔融熱可塑性樹脂の温度や射出圧力、射出速度等の成形条件が異なれば、流動指数 α は変化する。本発明においては、 $40 \leq \alpha \leq 800$ の範囲の流動指数の値を有する熱可塑性樹脂を使用する。 $\alpha < 40$ の流動指数の値を有する熱可塑性樹脂を使用したのでは、厚さが 0.1 mm 乃至 1 mm の熱可塑性樹脂製の成形品を成形することは困難となる。一方、 $800 < \alpha$ の流動指数の値を有する熱可塑性樹脂は、コンパウンドの製造が困難であるし、また、樹脂材料の強度が低下する虞がある。

【0019】流動指数 α を求める場合、従来の金属材料（例えば、炭素鋼材）から作製されキャビティが設けられた金型部（入れ子は配設されていない）を備えた試験用金型組立体を準備する。尚、熔融樹脂射出部から最も遠い所に位置するキャビティの部分から熔融樹脂射出部までの距離が十分長い距離を有するキャビティを試験用金型組立体に設ける。そして、成形品の成形に使用する熱可塑性樹脂において、このキャビティに各種の成形条件にて熔融樹脂を射出し、熔融樹脂射出部からのキャビティ内における樹脂の最大到達距離 L_{\dots} を求める。そ

して、 t_0 と L_{\dots} ($L_{\dots} = \alpha t_0^2$) の関係から、所望の成形条件における流動指数 α を求める。

【0020】無機材料から作製された入れ子を備えていない従来の金型部、即ち、金型部のキャビティ面が金属材料から構成されている場合には、流動係数の値は 1 である。本発明の第 1 の態様に係る金型組立体若しくは成形品の成形方法においては、無機材料から作製された入れ子で金型部のキャビティ面を構成することによって、流動係数 k_1 の値を 1.5 以上 10 以下とすることができ。言い換えれば、使用する熱可塑性樹脂に対して、 $1.5 \leq k_1 \leq 10$ となるような入れ子を構成する材料を適宜選択すればよい。本発明においては、従来の金型部におけるよりも流動距離 L を 1.5 倍以上 10 倍以下の範囲で延ばすことができる。尚、流動係数 k_1 は使用する入れ子の熱伝導率、厚さ、温度に依存する。一般の成形機（射出速度 150 mm/秒程度）を使用する場合、流動係数 k_1 の値は 1.5 乃至 5 程度の値となる。それ故、このような射出速度を有する成形機を用いる場合には、厚さが 0.5 ~ 1 mm の成形品を成形することが望ましい。一方、射出速度が 300 mm/秒を越える超高速射出成形機を使用する場合、流動係数 k_1 の値は 5 乃至 10 程度の値となり、厚さが 0.5 mm 未満の成形品を成形できる。尚、本発明においては、成形品の大きさ、厚さ、及び要求される特性に応じて使用する熱可塑性樹脂及び成形条件を選択するが、流動距離 L が 3 mm 未満となる場合には、本発明を適用することができない。

【0021】一方、本発明の第 2 の態様に係る金型組立体若しくは成形品の成形方法においては、無機材料から作製された入れ子で金型部のキャビティ面を構成することによって、流動係数 k_1 の値は 2 以上 20 以下となる。言い換えれば、使用する熱可塑性樹脂に対して、 $2 \leq k_1 \leq 20$ となるような入れ子を構成する材料を適宜選択すればよい。本発明の第 1 の態様に係る金型組立体若しくは成形品の成形方法と比較して、射出圧縮成形法にあっては、流動距離 L を約 1.3 倍から 2 倍、延長することができる。尚、この 1.3 倍という値は各種の試験を行って求められた値である。それ故、例えば高速射出成形機との併用により、従来の成形法では得られなかった長い流動距離 L を容易に得ることが可能となる。従来の金属材料から作製された金型部を使用しても射出圧縮成形法を採用することで流動距離 L を延ばすことは可能であるが、無機材料から作製された入れ子を備えた本発明の第 2 の態様に係る金型組立体を使用することにより、流動距離 L の一層の延長を容易に達成することができる。

【0022】流動係数 k_1 、 k_2 は、以下の方法にて求めることができる。即ち、本発明の第 1 若しくは第 2 の金型組立体を準備する。但し、この金型組立体は、従来の金属材料（例えば、炭素鋼材）から作製されキャビティ

が設けられた金型部（入れ子は配設されていない）を備えた金型組立体とする。尚、熔融樹脂射出部から最も遠い所に位置するキャビティの部分から熔融樹脂射出部までの距離が十分長い距離を有するキャビティを試験用金型組立体に設ける。そして、成形品の成形に使用する熱可塑性樹脂において、このキャビティに所定の成形条件にて熔融樹脂を射出し、熔融樹脂射出部からのキャビティ内における樹脂の最大到達距離 $L_{...}$ を求める。そして、 $L_{...} = \alpha t_{...}^2$ の関係から、流動指数 α を求める。次いで、入れ子が配設された本発明の第1若しくは第2の金型組立体を準備する。そして、同一の成形条件にて最大到達距離 $L'_{...}$ を求め、 $L'_{...} = \alpha' t_{...}^2$ の関係から α' を求める。そして、求められた α 及び α' から、所望の成形条件における流動係数 $k_1 = \alpha' / \alpha$ 又は、 $k_2 = \alpha' / \alpha$ を得ることができる。

【0023】本発明においては、所定の特性を有する入れ子を備えた金型組立体を用いることによって固化層が発達し難くなるため、キャビティ内において固化層による熔融樹脂の流動阻害が無くなる。その結果、金型部の開閉方向に沿ったキャビティの全ての断面空間内において熔融樹脂が流動することが可能となり、金属材料から作製された従来の金型部と比較して、容易に流動距離 L を延ばすことが可能となる。従って、使用する熱可塑性樹脂の種類を問わず、特に0.5mm以下の非常に薄肉の成形品を確実に成形することができる。また、従来の技術においては、薄肉の成形品を得るために、例えば低分子量の熱可塑性樹脂を使用せざるを得ないため、非常に脆い成形品しか成形することができなかった。然るに、本発明においては、分子量の高い通常の熱可塑性樹脂を用いることができるため、成形品に高い靱性を付与することが可能となり、成形品の使用時、破損することが無くなる。

【0024】しかも、本発明においては、入れ子を用いることによってキャビティ内の熔融樹脂の急冷を防ぐことができる結果、金型部のキャビティ面と接触した熔融樹脂に固化層が形成されることを回避でき、ウエルドマークやフローマーク等の外観不良が成形品に発生することを防止することができる。また、例えば無機繊維を含有した熱可塑性樹脂を使用した場合であっても、成形品の表面に無機繊維が析出することを防止することができ、加えて、高い剛性を有する薄肉の成形品を成形することができる。

【0025】更には、熔融樹脂の流動性が向上するが故に、熔融樹脂のキャビティ内への射出圧力を低く設定でき、成形品に残留する応力を緩和できる。その結果、成形品の品質が向上する。また、射出圧力を低減できるために、金型部の薄肉化、成形装置の小型化が可能となり、成形品のコストダウンも可能になる。

【0026】また、本発明における入れ子は、低熱伝導性の無機材料から作製されており、しかも、金型部とは

独立して作製され、金型部の内部に配設されるので、入れ子による断熱効果が大きいばかりか、入れ子の保守が容易である。しかも、熱衝撃に対しても強く、破損やクラックが発生し難い入れ子を作製することができる。更には、その表面に薄膜を形成すれば、入れ子の耐久性の向上を図ることができる。その結果、長期間の使用に耐え、しかも、成形品にウエルドライン等が発生し難い。

【0027】本発明の第1若しくは第2の態様に係る金型組立体若しくは成形品の成形方法（以下、総称して、単に、本発明と呼ぶ場合がある）においては、熔融樹脂射出部として、例えば、ダイレクトゲート構造、サイドゲート構造やオーバーラップゲート構造を挙げることができる。

【0028】本発明においては、入れ子を第1の金型部及び第2の金型部に配設し、第1の金型部に配設された入れ子を第1の入れ子、第2の金型部に配設された入れ子を第2の入れ子としたとき、第1の金型部と第2の金型部とを型締めした状態において、第1の入れ子の表面と、該第1の入れ子の表面と対向する第2の入れ子の表面との間のクリアランス（ C_{11} ）を0.03mm以下（ $C_{11} \leq 0.03\text{mm}$ ）とする形態とすることができる。尚、係る形態を第1の形態と呼ぶ場合がある。

【0029】尚、第1の形態において、第1の入れ子と第2の入れ子との間に配設され、第1の金型部、第2の金型部、あるいは、第1及び第2の金型部に取り付けられた被覆プレートは金型組立体は更に備えていてもよい。この場合、第1の金型部と第2の金型部とを型締めした状態において、第1の入れ子の第2の入れ子と対向する面と、第2の入れ子の第1の入れ子と対向する面との間のクリアランス C_{11} を0.03mm（ $C_{11} \leq 0.03\text{mm}$ ）以下とし、第1の入れ子の第2の入れ子と対向する面と、第2の入れ子の第1の入れ子と対向する面との重なり量 ΔS_{11} を0.5mm以上（ $\Delta S_{11} \geq 0.5\text{mm}$ ）とし、第1の入れ子と被覆プレートとの間のクリアランス C_{12} 、及び第2の入れ子と被覆プレートとの間のクリアランス C_{21} を0.03mm以下（ $C_{12}, C_{21} \leq 0.03\text{mm}$ ）とし、第1の入れ子に対する被覆プレートの重なり量 ΔS_{12} 、及び第2の入れ子に対する被覆プレートの重なり量 ΔS_{21} を0.5mm以上（ $\Delta S_{12}, \Delta S_{21} \geq 0.5\text{mm}$ ）とし、被覆プレートは第1及び第2の入れ子の一部分とのみ重なり合っている形態とすることが好ましい。尚、被覆プレートには熔融樹脂射出部が設けられていてもよい。

【0030】あるいは又、本発明においては、成形すべき成形品の形状等に依存するが、入れ子を第1の金型部に配設し、第1の金型部と第2の金型部とを型締めした状態において、入れ子の表面と、該入れ子の表面と対向する第2の金型部の面との間のクリアランス（ C_{11} ）を0.03mm以下（ $C_{11} \leq 0.03\text{mm}$ ）とする形態とすることもできる。尚、係る形態を第2の形態と呼ぶ場

合がある。

【0031】あるいは又、本発明においては、成形すべき成形品の形状等に依存するが、入れ子を第1の金型部に配設し、第2の金型部には、入れ子被覆部が設けられており、第1の金型部と第2の金型部とを型締めした状態において、入れ子と入れ子被覆部との間のクリアランス (C_{11}) を 0.03 mm 以下 ($C_{11} \leq 0.03\text{ mm}$) とし、且つ、入れ子に対する入れ子被覆部の重なり量 (ΔS_{11}) を 0.5 mm 以上 ($\Delta S_{11} \geq 0.5$) とする形態とすることもできる。尚、係る形態を第3の形態と呼ぶ場合がある。このような構造の金型部における入れ子被覆部の構造は、入れ子と対向する第2の金型部の面に設けられた一種の切り込み（切り欠き）や、第2の金型部のパーティング面の延在部等、成形すべき成形品の形状や金型組立体の構造に依存して適宜設計すればよい、ここで、このような構造の金型組立体における熔融樹脂射出部としては、例えば、ダイレクトゲート構造を挙げることができる。

【0032】あるいは又、本発明においては、成形すべき成形品の形状等に依存するが、入れ子を第1の金型部に配設し、第1若しくは第2の金型部に取り付けられ、キャビティの一部を構成し、入れ子の端部を被覆する被覆プレートに更に備え、第1の金型部と第2の金型部とを型締めした状態において、入れ子と被覆プレートとの間のクリアランス (C_{11}) を 0.03 mm 以下 ($C_{11} \leq 0.03\text{ mm}$) とし、且つ、入れ子に対する被覆プレートの重なり量 ΔS_{11} を 0.5 mm 以上 ($\Delta S_{11} \geq 0.5$) とする形態とすることもできる。尚、係る形態を第4の形態と呼ぶ場合がある。ここで、このような構造の金型組立体における熔融樹脂射出部としては、例えば、ダイレクトゲート構造、サイドゲート構造やオーバーラップゲート構造を挙げることができる。尚、被覆プレートは、入れ子の一部分とのみ重なり合っているとしてもよいし、入れ子の全周囲と重なり合っているとしてもよい。また、被覆プレートは、作製すべき成形品の形状に依存して、第1の金型部に配設されていてもよいし、第2の金型部に配設されていてもよい。

【0033】あるいは又、本発明においては、成形すべき成形品の形状等に依存するが、入れ子を第1の金型部に配設し、第1の金型部に取り付けられ、熔融樹脂導入部が設けられた被覆プレートを更に備え、第2の金型部には、入れ子被覆部が設けられており、第1の金型部と第2の金型部とを型締めした状態において、入れ子と入れ子被覆部との間のクリアランス (C_{11}) を 0.03 mm 以下 ($C_{11} \leq 0.03\text{ mm}$) とし、入れ子に対する入れ子被覆部の重なり量 (ΔS_{11}) を 0.5 mm 以上 ($\Delta S_{11} \geq 0.5$) とし、入れ子と被覆プレートとの間のクリアランス (C_{12}) を 0.03 mm 以下 ($C_{12} \leq 0.03\text{ mm}$) とし、入れ子に対する被覆プレートの重なり量 (ΔS_{12}) を 0.5 mm 以上 ($\Delta S_{12} \geq 0.5$) とし、

被覆プレートは入れ子の一部分とのみ重なり合っている形態とすることもできる。尚、係る形態を第5の形態と呼ぶ場合がある。ここで、このような構造の金型組立体における熔融樹脂射出部としては、例えば、サイドゲート構造やオーバーラップゲート構造を挙げることができる。

【0034】特に、本発明の金型組立体において、圧力の高い熔融樹脂射出部近傍における入れ子の部分に破損が生じ易いが、この部分を上述したクリアランスや重なり量にて被覆プレートによって入れ子を被覆することで、破損し易い無機材料から作製された入れ子の破損を確実に防止することができる。しかも、成形品端部の外観を損なうことがなくなり、成形品端部にバリが発生しなくなり、更には、入れ子外周部に発生した微細なクラックと熔融樹脂が接触しなくなるために入れ子が破損しない。

【0035】本発明の入れ子は、広く、ジルコニア系材料、アルミナ系材料、 K_2O-TiO_2 から成る群から選択されたセラミックス、若しくは、ソーダガラス、石英ガラス、耐熱ガラス及び結晶化ガラスから成る群から選択されたガラスから作製することが望ましい。より具体的には、入れ子は、 ZrO_2 、 ZrO_2-CaO 、 $ZrO_2-Y_2O_3$ 、 ZrO_2-MgO 、 ZrO_2-SiO_2 、 K_2O-TiO_2 、 Al_2O_3 、 Al_2O_3-TiC 、 TiN 、 $3Al_2O_3-2SiO_2$ 、 $MgO-SiO_2$ 、 $2MgO-SiO_2$ 、 $MgO-Al_2O_3-SiO_2$ 及びチタニアから成る群から選択されたセラミックスから作製されていることが好ましく、中でも、 ZrO_2 又は $ZrO_2-Y_2O_3$ から成るセラミックスから作製されていることが一層好ましい。あるいは又、ソーダガラス、石英ガラス、耐熱ガラス及び結晶化ガラスから成る群から選択されたガラスから作製されていることが好ましく、中でも、石英ガラス及び結晶化ガラスから成る群から選択されたガラスから作製されていることが一層好ましい。

【0036】入れ子を結晶化ガラスから作製する場合、入れ子を、結晶化度が10%以上、更に望ましくは結晶化度が60%以上、一層望ましくは結晶化度が70~100%の結晶化ガラスから作製することが好ましい。10%以上の結晶化度になると結晶がガラス全体に均一に分散するので、熱衝撃強度及び界面剥離性が飛躍的に向上するため、成形品の成形時における入れ子の破損発生を著しく低下させることができる。結晶化度が10%未満では、成形時にその表面から界面剥離を起こし易いといった欠点がある。尚、入れ子を構成する結晶化ガラスの線膨張係数が $1 \times 10^{-4} / \text{deg}$ 以下、熱衝撃強度が 400°C 以上であることが好ましい。

【0037】熱衝撃強度とは、所定の温度に加熱した $100\text{ mm} \times 100\text{ mm} \times 3\text{ mm}$ のガラスを 25°C の水中に投げ込んだとき、ガラスに割れが発生するか否かの温度を強度として規定したものである。熱衝撃強度が4

00°Cであるとは、400°Cに熱した100mm×100mm×3mmのガラスを25°Cの水中に投げ込んだとき、ガラスに割れが発生しないことを意味する。この熱衝撃強度は、耐熱ガラスにおいても180°C前後の値しか得られない。従って、それ以上の温度（例えば、約300°C）で熔融された樹脂が入れ子と接触したとき、入れ子に歪みが生じ、入れ子が破損する場合がある。熱衝撃強度は、ガラスの結晶化度とも関係し、10%以上の結晶化度を有する結晶化ガラスから入れ子を作製すれば、成形時に入れ子が割れることを確実に防止し得る。

【0038】ここで、結晶化ガラスとは、原ガラスに少量の TiO_2 及び ZrO_2 の核剤を添加し、1600°C以上の高温下で熔融した後、プレス、ブロー、ロール、キャスト法等によって成形され、更に結晶化のために熱処理を行い、ガラス中に $Li_2O-Al_2O_3-SiO_2$ 系結晶を成長させ、主結晶相が β -ユークリプタイト系結晶及び β -スポジューメン結晶が生成したものを例示することができる。あるいは又、 $CaO-Al_2O_3-SiO_2$ 系ガラスを1400~1500°Cで熔融後、水中へ

移して砕いて小粒化を行った後、集積し、耐火物セッター上で板状に成形後、更に加熱処理を行い、 β -ウォラストナイト結晶相が生成したものを例示することができる。更には、 $SiO_2-B_2O_3-Al_2O_3-MgO-K_2O-F$ 系ガラスを熱処理して雲母結晶を生成させたものや、核剤を含む $MgO-Al_2O_3-SiO_2$ 系ガラスを熱処理してコーディエライト結晶が生成されたものを例示することができる。

【0039】これら結晶化ガラスにおいては、ガラス基材中に存在する結晶粒子の割合を結晶化度という指標で表すことができる。そして、X線回折装置等の分析機器を用いて非晶相と結晶相の割合を測定することで結晶化度を測定することができる。

【0040】入れ子を構成する無機材料に対して、通常の研削加工で凹凸、曲面等の加工を容易にでき、かなり複雑な形状以外は任意の形状の入れ子を作製できる。セラミックス粉末若しくは熔融ガラスを成形用金型に入れてプレス成形した後に熱処理することで、入れ子を作製することができる。また、ガラスから成る板状物を治具上に置いたまま炉内で自然に賦形させることによって、

入れ子を作製することもできる。曲面を有する成形品を成形する場合、入れ子の裏面（入れ子のキャビティを構成する面と反対側の面であり金型部と対向する面）の曲率に合わせて、金型部に入れ子装着部を加工すればよい。

【0041】成形品に鏡面性が要求される場合、入れ子のキャビティを構成する面（入れ子のキャビティ面と呼ぶ）の表面粗さ R_{a1} を0.03 μm 以下とすることが望ましい。表面粗さ R_{a1} が0.03 μm を越えると、鏡面性が不足し、成形品に要求される特性、例えば表面

平滑性（写像性）を満足しない場合がある。そのためには、作製された入れ子のキャビティ面に対して、表面粗さ R_{a1} が0.03 μm 以下になるまで、例えばダイヤモンドラッピングを行い、更に、必要に応じて、ポリッシングを行えばよい。ラッピングは、ラッピングマシン等を用いて行うことができる。尚、ラッピングは入れ子加工の最終工程で行うことが望ましい。通常の炭素鋼等の磨きと比較すると、例えば結晶化ガラスの場合、約1/2のコストで鏡面が得られるために、金型組立体の製作費を低減させることが可能である。尚、表面粗さ R_{a1} の測定は、JIS B0601に準じた。つや消し若しくはヘラーラインの状態の表面を有する成形品を成形する場合には、入れ子のキャビティ面をサンドブラスト処理やエッチングを行うことによって、入れ子のキャビティ面に細かい凹凸やラインを形成すればよい。

【0042】また、入れ子に凹凸形状を設ける場合には、凹凸部のエッジに発生した微細なクラックが熔融樹脂と接触して破損することを防止するために、ダイヤモンド砥石で凹凸部の縁部を研磨して応力が集中しないようにすべきである。あるいは又、場合によっては、半径0.3mm以下の曲率面やC面カットを設け、応力集中を避けることが好ましい。

【0043】本発明において、入れ子の金型組立体への配置は、特に破損及びバリ等が発生し難い場合には、接着剤で単に金型部のキャビティを構成する面（金型部のキャビティ面）に接着することによって行うことができる。この場合、入れ子が型締めによる応力によって金型部のキャビティ面に接触しないように金型部内に配置する。あるいは又、入れ子をボルトを用いて固定できる場合には、ボルトを用いて固定してもよい。

【0044】あるいは又、本発明においては、入れ子の装着時に入れ子が金型部に設けられた入れ子装着部から落下して破損する虞がない場合、あるいは又、接着剤を用いることなく入れ子を入れ子装着部に装着可能な場合には、接着剤を用いずに入れ子を金型部に設けられた入れ子装着部に直接装着することが好ましい。更には、エポキシ系、シリコン系、ウレタン系、アクリル系等の中から選択された熱硬化性接着剤を用いて、入れ子を入れ子装着部に接着してもよい。尚、入れ子装着部が設けられた入れ子装着用中子を金型部に取り付け、かかる入れ子装着用中子を入れ子装着部に入れ子を装着してもよい。あるいは又、場合によっては、入れ子をボルトを用いて固定できる場合には、ボルトを用いて固定してもよい。金型部に入れ子装着部と入れ子のクリアランス

(D)は、限りなく0に近い値であってよいが、実用的には、0.005mm以上であることが好ましい。入れ子を構成する無機材料の線膨張係数に依存するが、クリアランス(D)が余りに小さい場合、金型部を構成する金属若しくは合金材料と入れ子を構成する無機材料の線膨張係数の差による入れ子の破損を防止することができ

なくなる場合があるので、入れ子のクリアランス (D) は、このような問題が生じないような値とすればよい。尚、クリアランス (D) を大きくし過ぎると、入れ子の位置ズレ及び位置安定性が不足するために、入れ子が破損する虞がある。従って、クリアランス (D) は、2 m m 程度以下であることが好ましい。

【0045】使用する熱可塑性樹脂に依っては、熔融樹脂の入れ子に対する濡れ性が向上する結果、成形品と入れ子との密着性が向上し、金型組立体からの成形品の離型が困難となり、成形品表面に剥離マークが残り、最悪の場合、成形品に入れ子が貼り付いたまま取れなくなるという問題が発生する場合がある。このような問題を回避するためには、本発明において、入れ子の表面に薄膜を形成し、該薄膜を、0.01 μ m 乃至 20 μ m の厚さを有し、ビッカース硬度が 600 Hv 以上、動摩擦係数が 0.5 以下であって、熱可塑性樹脂との剥離強度が 1 kg f / cm 以下のセラミックス化合物、金属、金属化合物及び炭素化合物から成る群から選択された少なくとも 1 種類の材料から構成することが望ましい。これによって、入れ子からの成形品の離型性を飛躍的に向上させることができる。即ち、このような薄膜を入れ子表面に形成することによって、金型組立体からの成形品の離型時に剥離マークが消失し、例えば離型剤が混合された成形用材料や離型剤を金型部に塗布した金型組立体を使用しなくとも、容易に成形品を金型組立体から離型することが可能となり、離型剤による成形品の外観不良も無くなる。

【0046】尚、薄膜を構成する材料は、TiN、TiAlN、TiC、CBN、BN、アモルファスダイヤモンド、CrN、Cr 及び Ni から成る群から選択された材料であることが好ましく、特に、アモルファスダイヤモンド又は TiN、CrN が成形品の離型性の一層の改善のために好ましい。また、薄膜は、少なくとも一層形成されていればよく、多層であってもよい、例えば、TiN から成る薄膜を入れ子の表面に形成し、その上にアモルファスダイヤモンドや CrN 等の薄膜を形成してもよい。あるいは又、下地層として SiO₂ 層を入れ子の表面に形成し、その上にアモルファスダイヤモンドや TiN、CrN 等の薄膜を形成してもよい。

【0047】入れ子の表面に薄膜を形成する方法としては、常圧 CVD 法や減圧 CVD、熱 CVD 法、プラズマ CVD 法、光 CVD 法、レーザー CVD 法等の化学的気相成長法 (CVD 法)、真空蒸着法やスパッタ法、イオンプレーティング法、イオンビーム蒸着法、IVD 法 (イオン・ペーパー・デポジション法) 等の物理的気相成長法 (PVD 法) を挙げることができる。

【0048】入れ子の表面に形成された薄膜の厚さは、0.01 μ m 乃至 20 μ m、好ましくは 0.1 μ m 乃至 15 μ m、更に好ましくは 0.3 μ m 乃至 10 μ m とする必要がある。薄膜の厚さが 0.01 μ m 未満では、薄

膜の耐久性が乏しくなるし、成形を連続して行くと離型性が悪くなるといった問題が発生する虞がある。一方、薄膜の厚さが 20 μ m を越えると、入れ子の断熱効果が小さくなり、熔融樹脂の固化層の発達を招くため、成形品に外観不良が発生し、あるいは又、薄膜にクラックが発生し易くなるといった問題が生じる。

【0049】入れ子の表面に形成された薄膜のビッカース硬度は、600 Hv 以上、好ましくは 800 Hv 以上、更に好ましくは 1000 Hv 以上であることが要求される。ビッカース硬度が 600 Hv 未満では、使用する熱可塑性樹脂が繊維を含有していない場合には特に摩擦の虞も無く入れ子を使用することができるが、繊維強化の熱可塑性樹脂を用いる場合、薄膜が摩擦する虞がある。ビッカース硬度の測定は、JIS 7725 に基づく。

【0050】入れ子の表面に形成された薄膜の動摩擦係数 (μ) は、0.5 以下、好ましくは 0.3 以下、更に好ましくは 0.1 以下であることが必要とされる。動摩擦係数 (μ) が 0.5 以下の場合、摺動抵抗が小さくなるし、熔融樹脂との密着性も低くすることができる。

【0051】動摩擦係数 (μ) の測定は、スラスト式摺動試験を用いて行うことができる。この試験においては、鈴木式試験機及び試験方法を採用した。鈴木式試験機の概要を図 42 に示す。リング状の入れ子を作製し、その表面に薄膜を形成して、入れ子試料を得る。一方、内径 20 mm、外径 25.6 mm、高さ 15 mm のリングを SUJ 2 (ステンレス鋼) から作製する。試験においては、リング状の入れ子試料を下方の試料ホルダーに取り付ける。一方、SUJ 2 製のリングを上方の試料ホルダーに取り付ける。尚、入れ子試料の表面に形成された薄膜と SUJ 2 製のリングとを接触させる。そして、試料ホルダーに取り付けられたリング状の入れ子試料に所定の面圧 (5 N / cm²) の荷重を加え、リング状の入れ子試料を所定の線速度でモータ (図示せず) によって回転させる。そして、所定の測定時間 (20 時間) が経過した後の平衡状態になった動摩擦係数 (μ) を、以下の式から求める。

$$\mu = (f \cdot r) / (N \cdot R)$$

ここで、f は、リング状の入れ子に取り付けられたロードセルにて測定された摩擦力であり、r は回転軸の中心からロードセルまでの距離であり、N は荷重であり、R は SUJ 2 製のリングの平均半径である。尚、荷重は、(面圧) × (摺動面積) から求めることができる。

【0052】入れ子の表面に形成された薄膜と熱可塑性樹脂との剥離強度は、1 kg f / cm 以下、好ましくは 0.5 kg f / cm 以下、更に好ましくは 0.3 kg f / cm 以下であることが必要とされる。剥離強度は、JIS K 6854 に準拠して測定する。非晶性の熱可塑性樹脂を使用する場合には熱可塑性樹脂の T_g (ガラス転移温度) より 10 °C 低く雰囲気温度を保持した高

温炉内で、また、結晶性の熱可塑性樹脂を使用する場合には熱可塑性樹脂の T_g （結晶化開始温度）より 10°C 低く雰囲気温度を保持した高温炉内で、表面に薄膜が形成された入れ子を熱可塑性樹脂で挟み、1分間、その状態を保持した後に、剥離強度を測定する。入れ子の表面に形成された薄膜と熱可塑性樹脂との剥離強度が 1 kgf/cm 以下の場合、成形の際に剥離マークの発生を回避することができるが、剥離強度が 1 kgf/cm を越える場合、入れ子に起因した成形品の離型不良による剥離マークの発生が回避できなくなる虞がある。尚、 T_g あるいは T_g より 10°C 低い温度で剥離強度の測定を行う理由は、高温の場合、より一層、熱可塑性樹脂と薄膜との間の密着性が高くなるためである。

【0053】本発明において、成形品に穴（貫通穴あるいは非貫通穴や凹部）を形成する場合には、入れ子に突起部（凸部）を設けてもよい。あるいは又、第1の金型部及び／又は第2の金型部に取り付けられ、キャビティ内を占める部分がキャビティの一部を構成するコアピン（ピン、あるいはモールドピンとも呼ばれる）が金型組立体に更に備えられていることが好ましい。尚、コアピンの断面形状は、所望の穴の断面形状に合わせて設計すればよい。また、コアピンは先端に向かって先細りとしてもよいし、コアピンの側面に段差を付けてもよい。

【0054】穴空き成形品を成形するとき、キャビティ内に射出された熔融樹脂の流れは、コアピンで分岐され、再び合流する。この過程で熔融樹脂は冷却され、固化しかけた樹脂が合流するために、ウエルドラインが発生し易い。ウエルドラインが発生した成形品においては、強度の低下が著しい。従って、応力の加わる成形品の部分にウエルドラインが発生しないような金型設計を行う必要があり、成形品の設計自由度が低くなるという問題がある。また、ウエルドラインが発生した成形品の外観は醜いものとなる。

【0055】コアピンは、金属、合金、ガラス、セラミックスから作製すればよいが、金属製や合金製のコアピンの場合、コアピンで分岐されそしてキャビティ内で冷却しかけた熔融樹脂が合流する結果、ウエルドマークが発生し、成形品の強度が低下する虞がある。このような場合には、コアピンをセラミックス若しくはガラスから構成すればよい。これによって、キャビティ内の熔融樹脂が合流する際の樹脂の冷却を抑制できるために、成形品内部にウエルドマークが発生することを効果的に防止することができ、成形品の強度低下を防ぐことができる。尚、この場合、コアピンの径（コアピンが円筒径の場合には直径、多角柱の場合には外接円の直径）が 10 mm を越えないことが好ましい。コアピンの径が 10 mm を越えると、コアピンによる断熱効果が大きくなり過ぎ、キャビティ内の樹脂の冷却時間を延長しないと、金型からの成形品取り出し後に成形品が変形することがある。それ故、成形サイクルの延長といった問題が生じる

虞がある。但し、断熱性の良好な入れ子を第1及び第2の金型部の両方に配設する場合には、コアピンで分岐されそして合流する熔融樹脂が冷却され難いので、コアピンを金属製や合金製としても問題が生じない場合が多い。

【0056】本発明において、コアピンの径が 10 mm 以下の場合には、コアピンは、弾性率 $0.8 \times 10^4\text{ kg/cm}^2$ 以上、好ましくは $1.5 \times 10^4\text{ kg/cm}^2$ 以上、更に好ましくは $2.0 \times 10^4\text{ kg/cm}^2$ 以上、熱伝導率 $0.2 \times 10^{-1}\text{ cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{deg}$ 乃至 $2 \times 10^{-1}\text{ cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{deg}$ の無機材料から作製されていることが好ましい。更に、コアピンの表面には薄膜が形成され、該薄膜は、 $0.01\text{ }\mu\text{m}$ 乃至 $20\text{ }\mu\text{m}$ 、好ましくは $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 乃至 $15\text{ }\mu\text{m}$ 、更に好ましくは $0.3\text{ }\mu\text{m}$ 乃至 $10\text{ }\mu\text{m}$ の厚さを有し、ビッカース硬度が 600 Hv 以上、好ましくは 800 Hv 以上、更に好ましくは 1000 Hv 以上、動摩擦係数（ μ ）が 0.5 以下、好ましくは 0.3 以下、更に好ましくは 0.1 以下であって、熱可塑性樹脂との剥離強度が 1 kgf/cm 以下、好ましくは 0.5 kgf/cm 以下、更に好ましくは 0.3 kgf/cm 以下のセラミックス化合物、金属、金属化合物及び炭素化合物から成る群から選択された少なくとも1種類の材料から成ることが望ましい。コアピンと入れ子のキャビティ面との間のクリアランス C_{cl} は 0.03 mm 以下（ $C_{cl} \leq 0.03\text{ mm}$ ）であることが好ましい。

【0057】コアピンを構成する材料は入れ子を構成する材料群の中から選択すればよく、コアピンを構成する材料は、入れ子を構成する無機材料と同じであっても異なってもよい。具体的には、コアピンを構成する材料は、 ZrO_2 、 ZrO_2-CaO 、 $\text{ZrO}_2-\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 ZrO_2-MgO 、 $\text{ZrO}_2-\text{SiO}_2$ 、 $\text{K}_2\text{O}-\text{TiO}_2$ 、 Al_2O_3 、 $\text{Al}_2\text{O}_3-\text{TiC}$ 、 Ti_3N_2 、 $3\text{Al}_2\text{O}_3-2\text{SiO}_2$ 、 $\text{MgO}-\text{SiO}_2$ 、 $2\text{MgO}-\text{SiO}_2$ 、 $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 及びチタニアから成る群から選択されたセラミックスから作製されていることが好ましく、中でも、 ZrO_2 又は $\text{ZrO}_2-\text{Y}_2\text{O}_3$ から成るセラミックスから作製されていることが一層好ましい。あるいは又、ソーダガラス、石英ガラス、耐熱ガラス及び結晶化ガラスから成る群から選択されたガラスから作製されていることが好ましく、中でも、石英ガラス及び結晶化ガラスから成る群から選択されたガラスから作製されていることが一層好ましい。また、コアピンの表面に形成された薄膜を構成する材料は、 TiN 、 TiAlN 、 TiC 、 CBN 、 BN 、アモルファスダイヤモンド、 CrN 、 Cr 及び Ni から成る群から選択された材料であることが好ましく、特に、アモルファスダイヤモンド又は TiN 、 CrN が成形品の離型性の一層の改善のために好ましい。薄膜は、少なくとも一層形成されていればよく、多層であってもよい、更には、例えば T

i N層をコアピンの表面に形成し、その上にアモルファスダイヤモンドやCrN等の薄膜を形成してもよい。あるいは又、下地層としてSiO₂層をコアピンの表面に形成し、その上にアモルファスダイヤモンドやTiN、CrN等の薄膜を形成してもよい。コアピンの表面に薄膜を形成する方法としては、常圧CVD法や減圧CVD、熱CVD法、プラズマCVD法、光CVD法、レーザーCVD法等のCVD法、真空蒸着法やスパッタ法、イオンプレーティング法、イオンビーム蒸着法、IVD法等のPVD法を挙げることができる。

【0058】この場合、入れ子を配設した金型部とは異なる金型部にコアピンが取り付けられている形態としてもよいし、入れ子に貫通孔を設け、コアピンをこの貫通孔を通して金型部に取り付る形態としてもよい。

【0059】本発明において、コアピンの径が10mmを越える場合には、コアピンは、(a)第1の金型部及び/又は第2の金型部に取り付けられたコアピン取付部と、(b)コアピン取付部に取り付けられ、一端が閉塞しそして他端が開口した形状、若しくは、両端が開口した形状を有する環状部材とから成り、該環状部材は、キャビティ内を占めるコアピンの部分の表面を構成し、該コアピン取付部は、該環状部材の他端から環状部材の内部に延在しており、該環状部材は、弾性率 $0.8 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ 以上、熱伝導率 $0.2 \times 10^{-2} \text{ cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{deg}$ 乃至 $2 \times 10^{-2} \text{ cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{deg}$ の無機材料から作製された形態とすることが好ましい。

【0060】この場合、環状部材の表面には薄膜が形成され、該薄膜は、 $0.01 \mu\text{m}$ 乃至 $20 \mu\text{m}$ の厚さを有し、ピッカース硬度が600Hv以上、動摩擦係数

(μ)が0.5以下であって、熱可塑性樹脂との剥離強度が 1 kgf/cm 以下のセラミックス化合物、金属、金属化合物及び炭素化合物から成る群から選択された少なくとも1種類の材料から成ることが好ましい。

【0061】この場合の環状部材を構成する材料は入れ子を構成する材料群の中から選択すればよく、環状部材を構成する材料は、入れ子を構成する無機材料と同じであっても異なってもよい。具体的には、環状部材を構成する材料は、ZrO₂、ZrO₂-CaO、ZrO₂-Y₂O₃、ZrO₂-MgO、ZrO₂-SiO₂、K₂O-TiO₂、Al₂O₃、Al₂O₃-TiC、Ti₃N₂、3Al₂O₃-2SiO₂、MgO-SiO₂、2MgO-SiO₂、MgO-Al₂O₃-SiO₂及びチタニアから成る群から選択されたセラミックスから作製されていることが好ましく、中でも、ZrO₂又はZrO₂-Y₂O₃から成るセラミックスから作製されていることが一層好ましい。あるいは又、ソーダガラス、石英ガラス、耐熱ガラス及び結晶化ガラスから成る群から選択されたガラスから作製されていることが好ましく、中でも、石英ガラス及び結晶化ガラスから成る群から選択されたガラス

から作製されていることが一層好ましい。また、環状部材の表面に形成された薄膜を構成する材料は、TiN、TiAlN、TiC、CBN、BN、アモルファスダイヤモンド、CrN、Cr及びNiから成る群から選択された材料であることが好ましく、特に、アモルファスダイヤモンド又はTiN、CrNが成形品の離型性の一層の改善のために好ましい。薄膜は、少なくとも一層形成されていればよく、多層であってもよい、更には、例えばTiN層を環状部材の表面に形成し、その上にアモルファスダイヤモンドやCrN等の薄膜を形成してもよい。

10 あるいは又、下地層としてSiO₂層を環状部材の表面に形成し、その上にアモルファスダイヤモンドやTiN、CrN等の薄膜を形成してもよい。環状部材の表面に薄膜を形成する方法としては、常圧CVD法や減圧CVD、熱CVD法、プラズマCVD法、光CVD法、レーザーCVD法等のCVD法、真空蒸着法やスパッタ法、イオンプレーティング法、イオンビーム蒸着法、IVD法等のPVD法を挙げることができる。尚、コアピン取付部に取り付けられた環状部材と入れ子のキャビティ面との間のクリアランスC₁は 0.03 mm 以下($C_1 \leq 0.03 \text{ mm}$)であることが好ましい。尚、コアピン取付部は金属から作製すればよく、環状部材のコアピン取付部への取り付けは、例えば接着剤を用いて行うことができる。

【0062】環状部材の厚さが 0.1 mm 未満の場合、環状部材による断熱効果が少なくなり、キャビティ内に射出された溶融樹脂の急冷を招き、外観不良が成形品に発生し易くなる。一方、環状部材の厚さが 5 mm を越える場合、環状部材による断熱効果が大きくなり過ぎ、キャビティ内の樹脂の冷却時間を延長しないと、成形品取り出し後に成形品が変形することがある。それ故、成形サイクルの延長といった問題が発生することがある。尚、環状部材の厚さは、 0.1 mm 乃至 5 mm 、好ましくは、 0.5 mm 乃至 5 mm 、より好ましくは 1 mm 乃至 5 mm 、一層好ましくは 2 mm 乃至 5 mm とすることが望ましい。

【0063】環状部材を構成する材料の弾性率は、 $0.8 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ 以上、好ましくは $1.5 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ 以上、更に好ましくは $2.0 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ 以上であることが必要とされる。環状部材を構成する材料の弾性率が $0.8 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ 未満の場合、キャビティ内に射出された溶融樹脂の圧力によって環状部材が変形を起こす虞がある。弾性率として、一般に用いられるヤング率の値を用いることができる。環状部材を構成する無機材料の熱伝導率は、キャビティ内の溶融樹脂の急冷を防止する目的で、 $0.2 \times 10^{-2} \text{ cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{deg}$ 乃至 $2 \times 10^{-2} \text{ cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{deg}$ であることが必要とされる。この範囲を越える熱伝導率を有する材料を用いて環状部材を作製した場合、キャビティ内の溶融樹脂が環状部材によって

急冷され、成形品の外観不良が発生し易い。また、この範囲未満の場合、固化層の発達防止できるものの、キャビティ内の樹脂の冷却が遅くなり、成形サイクルの延長といった問題が発生する虞がある。

【0064】環状部材の表面に形成された薄膜の厚さは、 $0.01\mu\text{m}$ 乃至 $20\mu\text{m}$ 、好ましくは $0.1\mu\text{m}$ 乃至 $15\mu\text{m}$ 、更に好ましくは $0.3\mu\text{m}$ 乃至 $10\mu\text{m}$ とする必要がある。薄膜の厚さが $0.01\mu\text{m}$ 未満では、薄膜の耐久性が乏しくなるし、成形を連続して行うと離型性が悪くなるといった問題が発生する虞がある。一方、薄膜の厚さが $20\mu\text{m}$ を越えると、熔融樹脂の固化層の発達を招くため、成形品に外観不良が発生し、あるいは又、薄膜にクラックが発生し易くなるといった問題が生じる。

【0065】環状部材の表面に形成された薄膜のピッカース硬度は、 600Hv 以上、好ましくは 800Hv 以上、更に好ましくは 1000Hv 以上であることが要求される。ピッカース硬度が 600Hv 未満では、使用する熱可塑性樹脂が繊維を含有していない場合には特に摩擦の虞もなく環状部材を使用することができるが、繊維強化の熱可塑性樹脂を用いる場合、薄膜が摩耗する虞がある。環状部材の表面に形成された薄膜の動摩擦係数(μ)は、 0.5 以下、好ましくは 0.3 以下、更に好ましくは 0.1 以下であることが必要とされる。動摩擦係数(μ)が 0.5 以下の場合、摺動抵抗が小さくなるし、熔融樹脂との密着性も低くすることができる。環状部材の表面に形成された薄膜と熱可塑性樹脂との剥離強度は、 1kgf/cm 以下、好ましくは 0.5kgf/cm 以下、更に好ましくは 0.3kgf/cm 以下であることが必要とされる。環状部材の表面に形成された薄膜と熱可塑性樹脂との剥離強度が 1kgf/cm 以下の場合、成形の際に剥離マークの発生を回避することができるが、剥離強度が 1kgf/cm を越える場合、成形品の離型不良による剥離マークの発生が回避できなくなる虞がある。

【0066】場合によっては、コアピンの径が 10mm を越える場合、コアピンを上述のセラミックス若しくはガラスから作製する代わりに、少なくともキャビティ内を占めるコアピンの部分の表面に、セラミックス若しくはガラスを溶射して成る溶射層が形成されている形態とすることもできる。この場合、溶射層は、弾性率 $0.8 \times 10^4 \text{kg/cm}^2$ 以上、熱伝導率 $0.2 \times 10^{-1} \text{cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{deg}$ 乃至 $2 \times 10^{-2} \text{cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{deg}$ の無機材料から構成されていることが好ましい。更には、この溶射層の表面には薄膜が形成され、この薄膜は、 $0.01\mu\text{m}$ 乃至 $20\mu\text{m}$ の厚さを有し、ピッカース硬度が 600Hv 以上、動摩擦係数(μ)が 0.5 以下であって、熱可塑性樹脂との剥離強度が 1kgf/cm 以下のセラミックス化合物、金属、金属化合物及び炭素化合物から成る群から選択された少

なくとも1種類の材料から成ることが好ましい。溶射層を構成する材料及び薄膜を構成する材料は、上述の環状部材及びその表面に形成された薄膜を構成する材料から適宜選択すればよい。

【0067】尚、本発明にあっては、キャビティ内を占めるコアピンと入れ子のキャビティ面との間のクリアランス(C_{11})、あるいは、環状部材と入れ子のキャビティ面との間のクリアランス(C_{11})は 0.03mm 以下($C_{11} \leq 0.03\text{mm}$)とする必要がある。クリアランス(C_{11})の下限は、金型組立体の昇温時に入れ子の熱膨張に起因して、入れ子のキャビティ面とコアピンや環状部材とが接触して入れ子やコアピン、環状部材が破損することがないように値とすればよい。尚、クリアランス(C_{11})が 0.03mm を超えると、熔融樹脂がコアピンや環状部材と入れ子のキャビティ面との間に侵入するために、入れ子にクラックが生じたり、成形品にバリが発生する虞がある。クリアランス(C_{11})を 0.03mm 以下とすることで、コアピンや環状部材と入れ子のキャビティ面との間に熔融樹脂が侵入することを確実に防止することができ、しかも、成形品に穴を確実に形成することができる。

【0068】以上に説明した本発明の金型組立体におけるコアピンとしては、広くは、少なくともキャビティ内を占めるコアピンの部分の少なくとも表面は、セラミックス若しくはガラスから成ると言い換えることができる。即ち、コアピン全体の表面をセラミックス若しくはガラスから構成してもよいし、キャビティ内を占めるコアピンの部分の表面を、セラミックス若しくはガラスから構成してもよいし、コアピン全体の表面から一定の深さまでをセラミックス若しくはガラスから構成してもよいし、キャビティ内を占めるコアピンの部分の表面から一定の深さまでを、セラミックス若しくはガラスから構成してもよいし、コアピン全体をセラミックス若しくはガラスから構成してもよい。尚、この場合、キャビティ内を占めるコアピンの部分は、入れ子のキャビティ面と対向する対向面を有し、この対向面と入れ子のキャビティ面との間のクリアランス(C_{11})は 0.03mm 以下($C_{11} \leq 0.03\text{mm}$)であることが好ましい。

【0069】コアピンをセラミックスやガラスから作製し、あるいは又、少なくともキャビティ内を占めるコアピンの部分の少なくとも表面をセラミックス若しくはガラスから構成することによって、コアピンで分岐され再び合流する熔融樹脂は余り冷却されることがないので、成形品にウエルドライン等が発生し難い。更には、キャビティ内を占めるコアピンの部分における対向面と入れ子のキャビティ面との間のクリアランスを規定することで、コアピンと入れ子が接触することが無くなり、コアピンや入れ子を長期間に亘って使用することが可能となる。しかも、コアピンや環状部材の表面に薄膜を形成することによって、成形品の離型性の向上を図れるだけで

なく、コアピンや環状部材の耐久性を向上させることができる。

【0070】クリアランス (C_{11} , C_{12} , C_{13} , C_{21} , C_{22} , C_{23} , C_{31} , C_{32} , C_{33}) は 0.03mm 以下、実用的には、0.001mm 以上 0.03mm 以下 ($0.001\text{mm} \leq C_{11}, C_{12}, C_{13}, C_{21}, C_{22}, C_{23}, C_{31}, C_{32}, C_{33} \leq 0.03\text{mm}$)、好ましくは 0.003mm 以上 0.03mm 以下 ($0.003\text{mm} \leq C_{11}, C_{12}, C_{13}, C_{21}, C_{22}, C_{23}, C_{31}, C_{32}, C_{33} \leq 0.03\text{mm}$) とする。クリアランスの下限は、入れ子の外周部に微細なクラックが発生したり、金型温度上昇時に入れ子が熱膨張することによって、入れ子が金型部の入れ子被覆部や被覆プレート、コアピンと接触し、入れ子の外周部の微細クラックに応力がかかる結果、入れ子等が破損するといった問題が生じないような値とすればよい。クリアランス (C_{11} , C_{12} , C_{13} , C_{21} , C_{22} , C_{23} , C_{31} , C_{32} , C_{33}) が 0.03mm を越えると、熔融樹脂が、入れ子と金型部の入れ子被覆部や被覆プレート、コアピンとの間に侵入し、入れ子等にクラックが生じる場合があるし、成形品にバリが発生したり、金型部から成形品を取り出す際に入れ子等が損傷するといった問題も生じる。尚、本発明においては、入れ子やコアピン、環状部材の表面に薄膜を形成すれば、入れ子やコアピン、環状部材等の端部に発生し易い微細なクラックが薄膜によって被覆されるため、入れ子やコアピン、環状部材が破損することを格段に低下させることができる。

【0071】重なり量 (ΔS_{11} , ΔS_{12} , ΔS_{13} , ΔS_{21} , ΔS_{22} , ΔS_{23}) の値が 0.5mm 未満の場合、入れ子の外周部に発生した微細なクラックと熔融樹脂とが接触する結果、入れ子に生成したクラックが成長し、入れ子が破損する場合がある。

【0072】ここで、キャビティの一部を構成するとは、成形品の外形を規定するキャビティ面を構成することを意味する。より具体的には、キャビティは、例えば、金型部、第 1 の金型部あるいは第 2 の金型部に形成されたキャビティを構成する面 (金型部のキャビティ面) と、入れ子に形成されたキャビティを構成する面 (入れ子のキャビティ面) と、場合によっては、被覆プレートに形成されたキャビティを構成する面 (被覆プレートのキャビティ面) とから構成されている。

【0073】本発明における熱可塑性樹脂としては、通常使用されている熱可塑性樹脂の全てを用いることができる。具体的には、非晶性の熱可塑性樹脂として、ポリスチレン樹脂、ABS 樹脂、AES 樹脂、AS 樹脂といったスチレン系樹脂；メタクリル樹脂；ポリカーボネート樹脂；変性 PPE 樹脂；ポリアリレート樹脂を挙げることができる。また、結晶性の熱可塑性樹脂として、ポリエチレン樹脂、ポリプロピレン樹脂等のポリオレフィン系樹脂；ポリアミド 6、ポリアミド 66、ポリアミド

MXD6 等のポリアミド系樹脂；ポリオキシメチレン (ポリアセタール) 樹脂；ポリエチレンテレフタレート (PET) 樹脂、ポリブチレンエチレンテレフタレート (PBT) 樹脂等のポリエステル系樹脂；ポリフェニレンサルファイド樹脂；ポリスルホン樹脂；ポリエーテルスルホン樹脂；ポリエーテルイミド樹脂；ポリアミドイミド樹脂；液晶ポリマーを挙げることができる。

【0074】結晶性の熱可塑性樹脂は、結晶化によって密度及び融点が高くなり、成形品の硬度や弾性率が向上する。また、結晶性の熱可塑性樹脂は、水分や染料、可塑剤等が結晶組織へ入り込み難いといった特徴を有しているため、耐薬品性に優れている。通常、結晶性の熱可塑性樹脂を用いた成形品の成形においては、金型温度を結晶性の熱可塑性樹脂の荷重挽み温度よりもかなり低く設定しておき、キャビティ内に射出された熔融した結晶性の熱可塑性樹脂の冷却、固化を促進させる方法が採られている。従来の技術においては、金型部は金属材料から作製されているので、熱伝導性が良く、しかも、金型温度を結晶性の熱可塑性樹脂の荷重挽み温度よりもかなり低く設定した場合、キャビティ内に射出された熔融した結晶性の熱可塑性樹脂は、金型部のキャビティ面と接触したとき、瞬時に冷却され始める。その結果、成形品の表面には、非晶質層あるいは結晶化度の低い微細な結晶層 (スキン層) が形成される。このようなスキン層が形成された成形品においては、成形品の表面に関連する物性が著しく低下するという問題が生じる。例えば結晶性の熱可塑性樹脂としてポリオキシメチレン (ポリアセタール) 樹脂から成形された成形品の耐摩擦摩耗性や耐候性が著しく低下する。また、金型部のキャビティ面の成形品表面への転写性も劣化する。

【0075】本発明においては、キャビティ内に射出された熔融した結晶性の熱可塑性樹脂が急冷されることがないために、結晶性の熱可塑性樹脂を用いた場合にも、樹脂の結晶化度の低下を招くことがなく、成形品の樹脂表面の結晶化度が高く、樹脂の劣化による割れ等、樹脂表面に関連する物性の低下を防止することができる。

【0076】特にエンジニアリングプラスチック、スーパーエンジニアリングプラスチックといった耐熱性や強度に優れる反面、流動性が悪いプラスチックを使用する場合、通常、金型温度を 80°C 以上として成形を行なう必要があるが、本発明の金型組立体を使用することで断熱効果が得られるために、金型温度を 80°C 以下としても外観特性が良好な成形品を得ることができる。また、例えば無機繊維が添加された熱可塑性樹脂であってもよく、この場合、無機繊維が成形品の表面に析出する現象が生ぜず、外観特性に優れた成形品を得ることができる。これは射出された熔融樹脂の冷却・固化を入れ子によって遅延することが可能となる結果、熔融樹脂の流動性及び転写性を向上できるからである。

【0077】更には、ポリマーアロイ材料から成る熱可

10

20

30

40

50

塑性樹脂を用いることもできる。ここで、ポリマーアロイ材料は、少なくとも2種類の熱可塑性樹脂をブレンドしたもの、又は、少なくとも2種類の熱可塑性樹脂を化学的に結合させたブロック共重合体若しくはグラフト共重合体から成る。ここで、少なくとも2種類の熱可塑性樹脂をブレンドしたポリマーアロイ材料を構成する熱可塑性樹脂として、ポリスチレン樹脂、ABS樹脂、AES樹脂、AS樹脂といったスチレン系樹脂、ポリエチレン樹脂、ポリプロピレン樹脂等のポリオレフィン系樹脂、メタクリル樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリアミド6、ポリアミド66、ポリアミドMXD6等のポリアミド系樹脂、変性PPE樹脂、ポリブチレンテレフタレート樹脂やポリエチレンテレフタレート樹脂等のポリエステル樹脂、ポリオキシメチレン樹脂、ポリスルホン樹脂、ポリイミド樹脂、ポリフェニレンサルファイド樹脂、ポリアリレート樹脂、ポリエーテルスルホン樹脂、ポリエーテルケトン樹脂、ポリエーテルエーテルケトン樹脂、ポリエステルカーボネート樹脂、液晶ポリマー、エラストマーを挙げることができる。2種類の熱可塑性樹脂をブレンドしたポリマーアロイ材料として、ポリカーボネート樹脂とABS樹脂とのポリマーアロイ材料を例示することができる。尚、このような樹脂の組合せを、ポリカーボネート樹脂/ABS樹脂と表記する。以下においても同様である。更に、少なくとも2種類の熱可塑性樹脂をブレンドしたポリマーアロイ材料として、ポリカーボネート樹脂/PET樹脂、ポリカーボネート樹脂/PBT樹脂、ポリカーボネート樹脂/ポリアミド系樹脂、ポリカーボネート樹脂/PBT樹脂/PET樹脂、変性PPE樹脂/HIPS樹脂、変性PPE樹脂/ポリアミド系樹脂、変性PPE樹脂/PBT樹脂/PET樹脂、変性PPE樹脂/ポリアミドMXD6樹脂、ポリオキシメチレン樹脂/ポリウレタン樹脂、PBT樹脂/PET樹脂、ポリカーボネート樹脂/液晶ポリマーを例示することができる。また、少なくとも2種類の熱可塑性樹脂を化学的に結合させたブロック共重合体若しくはグラフト共重合体から成るポリマーアロイ材料として、HIPS樹脂、ABS樹脂、AES樹脂、AAS樹脂を例示することができる。

【0078】ポリマーアロイ材料に基づき成形された成形品においては、一般に、成形品の外観（特に、光沢性）が悪くなり、特に、成形品の厚さが変わる部分やウェルド部分において外観不良が生じ易いという問題がある。この原因は、通常、金型部は熱伝導性が良い金属材料から作製されているので、キャビティ内に射出された熔融したポリマーアロイ材料は、金型部のキャビティ面と接触したとき、瞬時に冷却され始める。その結果、熔融したポリマーアロイ材料に固化層が形成され、転写性不良や光沢不良が生じる。本発明においては、キャビティ内に射出された熔融したポリマーアロイ材料が急冷されることがないために、成形品の光沢性が極めて向上

し、鏡面性に優れた成形品を容易に得ることができる。

【0079】尚、以上に説明した各種の熱可塑性樹脂に、安定剤、紫外線吸収剤、離型剤、染料料等を添加することができるし、ガラスビーズ、マイカ、カオリン、炭酸カルシウム等の無機充填材、あるいは有機充填材を添加することもできる。

【0080】本発明の成形品の成形方法においては、無機繊維を5重量%乃至80重量%含有する熱可塑性樹脂を用いることもできる。尚、成形品の強度を重視する場合には、無機繊維の平均長さを、5 μ m乃至5mm、好ましくは10 μ m乃至0.4mmとし、成形品の写像性（鏡面性）を重視する場合には、5 μ m乃至0.4mm、より好ましくは5 μ m乃至0.2mm、一層好ましくは5 μ m乃至0.1mmとすることが望ましい。また、これらの場合、無機繊維の平均直径を、0.01 μ m乃至15 μ m、より好ましくは0.1 μ m乃至13 μ m、一層好ましくは0.1 μ m乃至10 μ mとすることが望ましい。

【0081】従来の技術において、無機繊維を含有した熱可塑性樹脂を用いて成形品を成形した場合、成形品の表面に無機繊維が析出する結果、成形品の外観が悪くなり、あるいは又、写像性（鏡面性）が劣化するという問題が生じ易い。それ故、優れた外観特性や写像性が要求される成形品に対しては、無機繊維を含有する熱可塑性樹脂を使用することは困難であった。尚、成形品の表面への無機繊維の析出という現象は、成形品の表面に無機繊維が浮き出ることなどで認識することができる。それ故、成形品の表面への無機繊維の析出といった問題を解決するために、従来の技術においては、熱可塑性樹脂の粘度を低下させ、熔融樹脂の流動性を良くすることで対応していた。しかしながら、無機繊維の含有率を増加させた場合、無機繊維が成形品の表面から析出することを防止することは難しくなる。そのため、優れた外観特性が必要とされる成形品には、優れた性能を有しているにも拘らず、無機繊維を含有した熱可塑性樹脂を使用することは困難であった。無機繊維の含有率が増えると無機繊維が成形品の表面から析出する原因も、金型部の材質と関係している。通常、金型部は熱伝導性が良い金属材料から作製されているので、キャビティ内に射出された無機繊維を含有する熔融樹脂は、金型部のキャビティ面と接触したとき、瞬時に冷却され始める。その結果、金型部のキャビティ面と接触した熔融樹脂に固化層が形成され、無機繊維が析出する。加えて、金型部のキャビティ面の成形品表面への転写性が不足するという問題を生じる。本発明においては、キャビティ内に射出された熔融した熱可塑性樹脂が急冷されることがないために、金型部のキャビティ面と接触した熔融樹脂に固化層が形成されることが無く、無機繊維が析出することを確実に防止することができる。

【0082】この場合、熱可塑性樹脂が含有する無機繊維

維の割合（言い換えれば、熱可塑性樹脂に添加された無機繊維の割合）は、要求される曲げ弾性率（例えば、ASTM D 790 に準拠して測定したときの値が 3.0 GPa 以上）を満足し得る成形品を成形できる範囲であればよく、その上限は、キャビティ内の熔融熱可塑性樹脂の流動性が低下するため成形が困難となり、あるいは又、優れた鏡面性を有する成形品を成形できなくなるときの値とすればよい。具体的には、結晶性の熱可塑性樹脂を用いる場合には上限は概ね 80 重量%である。非晶性の熱可塑性樹脂を用いる場合には、結晶性の熱可塑性樹脂よりも流動性が劣るために、場合によっては上限は概ね 50 重量%となる。含有率が 5 重量%未満では成形品に要求される曲げ弾性率、弾性率や線膨張係数が得られず、また、80 重量%を越えると熔融熱可塑性樹脂の流動性が低下するため成形品の成形が困難となり、あるいは又、優れた鏡面性を有する成形品を成形できなくなる虞がある。

【0083】また、無機繊維の平均長さが 5 μ m 未満であったり、平均直径が 0.01 μ m 未満では、成形品に要求される曲げ弾性率が得られない。一方、無機繊維の平均長さが 5 mm を越えたり、平均直径が 15 μ m を越え、成形品の表面が鏡面にならないといった問題が生じる。

【0084】上記の範囲の平均長さ及び平均直径を有する無機繊維を、好ましくはシランカップリング剤等を用いて表面処理した後、熱可塑性樹脂とコンパウンドして、ペレット化して成形用材料とする。このような成形用材料、及び所定の特性を有する入れ子が組み込まれた金型組立体を用いて成形品の成形を行うことで、高剛性、高弾性率、低線膨張係数、高荷重撓み温度（耐熱性）を有し且つ鏡面性（写像性）に優れた成形品を得ることができるし、表面に薄膜が形成された入れ子を用いれば、金型組立体からの成形品の離型性が飛躍的に向上する。

【0085】無機繊維は、ガラス繊維、カーボン繊維、ウォラストナイト、ホウ酸アルミニウムウィスカー繊維、チタン酸カリウムウィスカー繊維、塩基性硫酸マグネシウムウィスカー繊維、珪酸カルシウムウィスカー繊維及び硫酸カルシウムウィスカー繊維から成る群から選択された少なくとも 1 種の材料から構成することが好ましい。尚、熱可塑性樹脂に含有される無機繊維は 1 種類に限定されず、2 種類以上の無機繊維を熱可塑性樹脂に含有させてもよい。

【0086】無機繊維の平均長さは、重量平均長さを意味する。無機繊維の長さの測定は、熱可塑性樹脂の樹脂成分を溶解する液体に無機繊維を含有する成形用ペレット若しくは成形品を浸漬して樹脂成分を溶解するか、ガラス繊維の場合、600°C 以上の高温で樹脂成分を燃焼させて、残留する無機繊維を顕微鏡等で観察して測定することができる。通常、無機繊維を写真撮影して人が

測長するか、専用の繊維長測定装置を使用して無機繊維の長さを求める。数平均長さでは微小に破壊された繊維の影響が大き過ぎるので、重量平均長さを採用することが好ましい。重量平均長さの測定に際しては、あまりに小さく破砕された無機繊維の破片を除いて測定する。無機繊維の公称直径の 2 倍よりも長さが短くなると測定が難しくなるので、例えば公称直径の 2 倍以上の長さを有する無機繊維を測定の対象とする。

【0087】本発明の成形品の成形方法においては、成形品の表面の少なくとも一部分に塗膜を形成する工程を更に含むことができる。この場合、塗膜は、アクリル系塗料皮膜、ウレタン系塗料皮膜及びエポキシ系塗料皮膜から成る群から選択された少なくとも 1 種の塗料皮膜であることが好ましい。即ち、成形された成形品の表面から埃等を除去した後、成形品の表面に塗料を刷毛塗り、スプレー、静電塗装、浸漬法等の方法により塗布し、その後、乾燥することによって、成形品の表面の少なくとも一部分に塗膜を形成することができる。本発明によって得られた成形品に残留する歪みが小さいために、塗料溶液による成形品へのクラックが発生し難い。また、本発明によって得られた成形品の表面は写像性に優れており、塗装後も写像性に優れた外観を有する成形品を得ることができる。尚、原料樹脂の荷重撓み温度以下の硬化温度を有する塗料を使用することが好ましい。

【0088】あるいは又、本発明の成形品の成形方法においては、成形品の表面の少なくとも一部分にハードコート層を形成する工程を更に含むことができる。この場合、ハードコート層は、アクリル系ハードコート層、ウレタン系ハードコート層及びシリコン系ハードコート層から構成された群から選択された少なくとも 1 種のハードコート層から成ることが好ましい。即ち、成形された成形品の表面から埃等を除去した後、アクリル系、ウレタン系又はシリコン系のハードコート溶液から選択された溶液を、成形品の表面にディップ法、フローコート法、スプレー法等の方法により塗布し、その後、乾燥、硬化させることによって、成形品の表面の少なくとも一部分にハードコート層を形成することができる。成形品の表面のハードコート層の厚さは 1 μ m 乃至 30 μ m、好ましくは 3 μ m 乃至 15 μ m であることが望ましい。1 μ m 未満ではハードコート層の耐久性が不足し、30 μ m を越えるとハードコート層にクラックが発生し易くなる。ハードコート層と成形品との間の密着性が十分でない場合には、プライマーコートを成形品に塗布した後にトップコートを塗布することで、密着力を向上させることができる。成形品に残留する歪みが小さいために、ハードコート層の形成に起因した成形品へのクラックの発生は生じ難い。また、本発明によって得られた成形品の表面は写像性に優れており、ハードコート層形成後も写像性に優れた外観を有する成形品を得ることができる。

【0089】あるいは又、本発明の成形品の成形方法においては、金属粉末又は金属フレークを、0.01重量%乃至80重量%、好ましくは0.1重量%乃至50重量%、より好ましくは1重量%乃至30重量%含有する熱可塑性樹脂を用いることもできる。尚、金属粉末の平均粒子径あるいは金属フレークの平均厚さは、 t_p の値に応じて、熔融樹脂の流動性が阻害されないような値を適宜選択する必要がある。即ち、 t_p の値が小さい場合には、金属粉末の平均粒子径あるいは金属フレークの平均厚さを小さいものを適宜選択する。具体的には、金属粉末の平均粒子径は、0.1 μ m乃至0.8 t_p mm、好ましくは0.2 μ m乃至0.5 t_p mmとすることが望ましい。また、金属フレークの平均厚さは、0.1 μ m乃至200 μ m、好ましくは1乃至150 μ mで平均外径が平均厚さより大きいことが望ましい。

【0090】メタリック色調を有する熱可塑性樹脂製の成形品は、金属部品に比べ軽量であり、しかも、金属感を有しており、各種の産業分野において使用されている。通常、成形品にメタリック色調を付与するためには、メタリック色調を与える金属粒子を含んだ塗料を成形品に塗装したり、メタリック色調を与える金属粒子を成形品の原料樹脂に練り込む。成形品を塗装することによって、塗料に含有された金属粒子の大きさに関係なく、比較的容易に金属感を成形品の表面に付与することができる。しかしながら、成形品に深み感を与えようとした場合、クリアーコートを重ね塗りしなければならず、成形品の製造工数が増加するという問題がある。一方、原料樹脂に金属粒子を練り込む方法においては、例えば、粒子径の小さい金属粒子を用いると成形品が濁った灰色になり易く、成形品に金属感を付与することが困難となる。また、粒子径の大きい金属粒子を用いると、金属粒子が成形品表面に析出するために、ガラガラした金属感が成形品表面に強く現れるという問題がある。それ故、金属粒子の粒子径を規定する必要があるが、そうした場合でも、クリアーコートを施した場合の深み感のある色調を成形品の表面に付与することができない。そのため、現状では、成形品の原料樹脂に金属粒子を練り込む場合であっても、成形品の表面にクリアーコートを施し、成形品の表面に深み感のある色調を付与している。従来の技術において、成形品の表面に深み感が得られない理由は、成形品の表面に金属粒子が析出し、成形品の表面に凹凸が生じることにある。この現象は、金型部の材質と関係している。従来の技術においては、金型部は熱伝導性が良い金属材料から作製されているので、キャビティ内に射出された熔融樹脂は、金型部のキャビティ面と接触したとき、瞬時に冷却され始める。その結果、金属粒子を含む熔融樹脂に固化層が形成され、成形品の表面に金属粒子が析出し、光沢不良を生じる。本発明においては、キャビティ内に射出された熔融した熱可塑性樹脂が急冷されることがないために、金型部のキャ

ビティ面と接触した熔融樹脂に固化層が形成されることが無く、成形品の表面に金属粒子が析出することが無く、光沢不良を生じることを確実に防止することができる。

【0091】金属粉末又は金属フレークの含有率が0.01重量%未満では、成形品にはメタリック色調が不足する。一方、80重量%を越えると、成形品の外観にぎらついた感じしか得られず、あるいは又、金属粉末若しくは金属フレークが成形品の表面に析出する結果、成形品の表面に深み感を付与することが困難となる。金属粉末の平均粒子径が0.1 μ m未満では、深みのある金属感を得られない。一方、0.8 t_p mmを越えると、成形が困難となりやすい。また、金属フレークを用いる場合、平均厚さが0.1 μ m未満では、樹脂と混練する際、金属フレークに亀裂が生じるため、成形品のメタリック色調が低減する。一方、平均厚さが200 μ mを越えると、成形が困難となりやすい。

【0092】金属粉末の平均粒子径、金属フレークの平均厚さや平均外径は、画像解析装置を用いて測定することができる。金属粉末、金属フレークが樹脂に含有されている場合、樹脂を炭化するか、溶剤で樹脂を溶解した後、金属粉末の平均粒子径、金属フレークの平均厚さや平均外径を測定すればよい。

【0093】金属粉末若しくは金属フレークを構成する金属としては、金、銀、白金、銅、アルミニウム、クロム、鉄、ニッケル、又はこれらの化合物、合金を挙げることができる。中でも、金属粉末を酸化クロム粉末又はアルミニウム粉末から構成し、あるいは又、金属フレークをアルミニウムフレークから構成することが、深み感のあるメタリック色調を得るために、コストあるいは外観的な観点から好ましい。

【0094】尚、この場合、熱可塑性樹脂には、無機繊維を1乃至50重量%、好ましくは5乃至40重量%含有させることができる。尚、この場合、金属粉末若しくは金属フィラーと無機繊維の合計重量%を50重量%以下とすることが好ましい。無機繊維として、ガラス繊維、ガラスビーズ、カーボン繊維、ウォラストナイト、ほう酸アルミニウムウイスカー繊維、チタン酸カリウムウイスカー繊維、塩基性硫酸マグネシウムウイスカー繊維、珪酸カルシウムウイスカー繊維、硫酸カルシウムウイスカー繊維を挙げることができる。無機繊維の含有率が少なすぎると成形品の強度が不十分となる場合がある。一方、無機繊維の含有率が50重量%を越えると、成形品表面に無機繊維が析出する虞がある。

【0095】本発明の各種の態様、形態を含む上述の成形品の成形方法によって成形された成形品として、ICカード用のカード、携帯電話用のハウジング、携帯用OA（携帯用力セットレコーダー、携帯用コンパクトディスクプレーヤ、携帯用パーソナルコンピュータ）用のハウジング、情報記憶媒体（フロッピーディスクFDやミ

ニディスクMD、MO等、あるいはPCMCIA)用のハウジングあるいはケース(例えばアッパーシェルやローアシェル)、曲面形状を有する成形品(例えばスピーカーコーン等)を挙げることができる。本発明の各種の態様、形態を含む上述の成形品の成形方法によって成形された成形品の外形として、板状、箱形状を例示することができる。尚、成形品の厚さとは、成形品の形状が板状の場合には係る板状成形品の厚さを意味し、成形品の形状が箱形状の場合には係る箱形状成形品の底面の厚さを意味する。

【0096】

【実施例】以下、図面を参照して、実施例に基づき本発明を具体的に説明する。

【0097】(実施例1) 実施例1は、本発明の第1の態様に係る金型組立体及び第1の態様に係る成形品の成形方法に関し、更には、第1の形態に関する。実施例1における金型組立体を、図1に模式的な端面図で示す。また、金型組立体の作製中の金型部等の模式的な端面図を図2及び図3に示す。

【0098】実施例1の金型組立体は、(イ)キャビティ15が設けられ、熱可塑性樹脂に基づき成形品を成形するための第1の金型部(可動金型部)10及び第2の金型部(固定金型部)11と、(ロ)第2の金型部11に配置され、第1の金型部10と第2の金型部11とを型締めした状態において形成されるキャビティ15内に熔融熱可塑性樹脂を射出するための熔融樹脂射出部14と、(ハ)第1の金型部10に配設された第1の入れ子16と、第2の金型部11に配設された第2の入れ子17とを備えている。

【0099】実施例1の金型組立体におけるキャビティ15の大きさを、 $400\text{mm} \times 150\text{mm} \times 0.3\text{mm}$ とした。即ち、第1の金型部10と第2の金型部11とを型締めしたときの金型部の開閉方向に沿ったキャビティの距離 t_1 は 0.3mm である。従って、金型部の開閉方向に沿った成形品の厚さは 0.3mm であり、 t_1 と等しい。言い換えれば、成形品の形状は、板厚 0.3mm の板状(カード状)である。実施例1においては、第1の入れ子16及び第2の入れ子17を $ZrO_2-Y_2O_3$ から作製した。使用した $ZrO_2-Y_2O_3$ の弾性率は $2 \times 10^4 \text{kgf/cm}^2$ であり、熱伝導率は $0.8 \times 10^{-1} \text{cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{deg}$ である。

【0100】第1の入れ子16、第2の入れ子17を $ZrO_2-Y_2O_3$ を研削加工することによって作製した。そして、入れ子16、17のキャビティ面16A、17Aに対して、ダイヤモンド砥石を用いた研磨及び仕上げを行ない、入れ子16、17のキャビティ面16A、17Aの表面粗さ R_{a1} を $0.02\mu\text{m}$ とした。尚、第1の入れ子16は、厚さ 3.00mm の板状とした。また、第2の入れ子17の形状を箱形とした。この箱形の第2の入れ子17の底面の厚さを 3.00mm とし、第

2の入れ子17の周辺に設けられた側壁の高さを 0.30mm とした。尚、第2の入れ子17の中央部には、熔融樹脂射出部14の先端部分を通すための円形の貫通孔を設けた。

【0101】第1の金型部(可動金型部)10を炭素鋼S55Cから作製した。第1の金型部10には、切削加工によって深さ 3.00mm の入れ子装着部10Aを設けた(図2の(A)参照)。そして、第1の入れ子16を入れ子装着部10Aにボルト18Aを用いて固定した(図2の(B)参照)。

【0102】一方、第2の金型部(固定金型部)11を炭素鋼S55Cから作製した。第2の金型部11には、切削加工によって深さ 3.32mm の入れ子装着部11Aを設けた(図3の(A)参照)。また、第2の金型部11の中央部には、直径 0.5mm のダイレクトゲート(ピンゲート)構造を有する熔融樹脂射出部14を設けた。尚、参照番号13はスブルー部である。そして、第2の入れ子17を入れ子装着部11Aにボルト18Bを用いて固定した。この状態を、図3の(B)及び(C)に示す。熔融樹脂射出部14から最も遠い所に位置するキャビティ15の部分から熔融樹脂射出部14までの距離 L は約 214mm である。尚、図3の(B)は、熔融樹脂射出部14を含む垂直面で第2の金型部11を切断したときの模式的な端面図であり、図3の(C)は、熔融樹脂射出部14を含まない垂直面で第2の金型部11を切断したときの模式的な端面図である。

【0103】このように作製した第1の金型部(可動金型部)10と第2の金型部(固定金型部)11を組み付けて実施例1の金型組立体を得た。第1の金型部10と第2の金型部11とを型締めした状態において、第1の入れ子16の表面(キャビティ面16A)と、第1の入れ子16の表面(キャビティ面16A)と対向する第2の入れ子17の表面17Bとの間のクリアランス(C_1)は 0.02mm であった。また、第2の入れ子17の中央部に設けられた貫通孔と第2の金型部11との間のクリアランス C_2 は 0.005mm であった。尚、このクリアランス C_1 は、 0.03mm 以下、好ましくは $0.001\text{mm} \leq C_1 \leq 0.03\text{mm}$ 、一層好ましくは $0.003\text{mm} \leq C_1 \leq 0.03\text{mm}$ とすることが望ましい。

【0104】完成した金型組立体を成形装置に取り付けた後、金型組立体を金型温調機を用いて 130°C まで加熱後、 40°C まで急冷しても、 $ZrO_2-Y_2O_3$ から作製された入れ子16、17に割れ等の損傷は発生しなかった。

【0105】成形装置として三菱重工業株式会社製、 550MM 射出成形機を用い、金型組立体を 70°C に加熱した。熱可塑性樹脂として、平均長さ $200\mu\text{m}$ 、平均直径 $13\mu\text{m}$ のガラス繊維が30重量%添加された液晶ポリマー樹脂(三菱エンジニアリングプラスチックス

株式会社製、ノバキュレート E322G30)を用いて、本発明の第1の態様に係る成形品の成形を行なった。成形条件を、以下の表1のとおりとした。

【0106】

【表1】

金型温度: 70°C

樹脂温度: 260°C

射出速度: 150mm/秒

【0107】この熱可塑性樹脂の流動指数 α は、上記の成形条件においては、試験の結果、800であった。従って、従来の金属材料から作製された金型部を備えた金型組立体においては、流動係数は1であり、最大到達距離 L_{max} は800 $t_p^{1/2}$ であるが故に、 $t_p=0.3$ mmとした場合、熔融樹脂射出部から72mmの範囲までのキャビティ内にしか熔融樹脂を充填することができないことになる。

【0108】実施例1の金型組立体においては、試験の結果、流動係数 k_1 は5であった。従って、

$$k_1 \alpha t_p^{1/2}$$

$$= 5 \times 800 \times 0.3^{1/2}$$

$$= 360$$

となり、この値は $L (=214)$ よりも大きく、

$$L \leq k_1 \alpha t_p^{1/2} \quad (\text{但し } L \geq 3)$$

を満足している。

【0109】所定量の熔融樹脂を熔融樹脂射出部14を介してキャビティ15内に射出した後、20秒後に金型組立体の型開きを行い、次いで、成形品を金型組立体から取り出した。

【0110】成形の結果、キャビティ15内は熔融樹脂で完全に充填されていた。また、成形品表面はガラス繊維の析出(浮き)もなく、成形品は非常に綺麗な外観を有していた。更には、成形品には、フローマーク、反り等の成形不良もなかった。連続して成形を10000回行ったが、入れ子16、17に割れ等の損傷は発生しなかった。

【0111】(実施例2)実施例2においては、第1の入れ子16及び第2の入れ子17の表面(キャビティ面16A、17A)に、薄膜を形成した。薄膜の厚さを0.5 μ mとし、薄膜を構成する材料をアモルファスダイヤモンドとした。この薄膜のビッカース硬度は1500HVであり、動摩擦係数(μ)は0.2であった。第1及び第2の入れ子16、17の表面16A、17Aにおける薄膜の形成は、以下の表2の条件に基づくプラズマCVD法にて行った。尚、キャビティ15の寸法、第1及び第2の入れ子16、17の寸法、流動距離 L 等は、実施例1と同様とした。

【0112】

【表2】

使用ガス: CH_4/H_2

圧力: $10^{-1} \sim 10^{-2}$ Pa

温度: 約400°C

【0113】そして、実施例1と同じ成形装置及び熱可塑性樹脂を用いて、実施例1と同じ成形条件にて成形を行った。尚、実施例2の金型組立体においては、流動係数 k_1 の値は4であり、流動指数 α の値は800であり、 $k_1 \alpha t_p^{1/2}$ の値は288であり、 $L \leq k_1 \alpha t_p^{1/2}$ を満足している。薄膜と熱可塑性樹脂との剥離強度は0.2kgf/cmであった。

【0114】成形の結果、キャビティ15内は熔融樹脂で完全に充填されていた。また、成形品表面はガラス繊維の析出(浮き)もなく、成形品は非常に綺麗な外観を有していた。更には、成形品には、フローマーク、反り等の成形不良もなかった。また、金型組立体からの成形品の取り出しは極めてスムーズであった。連続して成形を10000回行ったが、入れ子16、17に割れ等の損傷は発生しなかった。尚、入れ子16、17の表面16A、17Aに形成された薄膜にも損傷は認められなかった。

【0115】(実施例3)実施例3における金型組立体は、本発明の第2の態様に係る金型組立体に関し、更には、第1の形態に関する。実施例1における金型組立体を、図4及び図5に模式的な端面図で示す。また、金型組立体の作製中の金型部等の模式的な端面図を図6及び図7に示す。更には、成形品を成形中の金型組立体の模式的な端面図を図8及び図9に示す。

【0116】実施例3の金型組立体も、(イ)キャビティ15が設けられ、熱可塑性樹脂に基づき成形品を成形するための第1の金型部(可動金型部)10及び第2の金型部(固定金型部)11と、(ロ)第2の金型部11に配置され、第1の金型部10と第2の金型部11とを型締めした状態において形成されるキャビティ15内に熔融熱可塑性樹脂を射出するための熔融樹脂射出部14と、(ハ)第1の金型部10に配設された第1の入れ子16と、第2の金型部11に配設された第2の入れ子17とを備えている。実施例3の金型組立体が実施例1の金型組立体と相違する点は、キャビティ15の容積を可変とし得る構造(実施例3においては印鑑構造)を有する点にある。

【0117】実施例3の金型組立体においては、第1の金型部10に配設された第1の入れ子16の表面の一部分16Bと第2の金型部11に配設された第2の入れ子17の表面の一部分17Bとが対向しており、金型組立体が完全に型締めされていなくともキャビティ15が形成されるように、僅かなクリアランス C_{11} (実施例3においては0.01mm)をもって第1の金型部10に配設された入れ子16の表面の一部分16Bと第2の金型部11に配設された第2の入れ子17の表面の一部分17Bが嵌合する構造とした。金型部の開閉方向に沿ったキャビティの距離が t となるように第1の金型部と第2の金型部とを型締めした状態を図4の模式的な端面図に

示す。尚、型締めした状態とは、第1の金型部10と第2の金型部11とが、熔融樹脂をキャビティ15内に射出できる状態に配置されたことを意味する。一方、金型部の開閉方向に沿ったキャビティの距離を t_0 とした状態を図5の模式的な端面図に示す。

【0118】実施例3においては、大きさ80mm×80mm、厚さ0.2mm(= t_0)の板状の成形品(ICカード用のカード)を成形した。

【0119】第1の入れ子16、第2の入れ子17を、実施例1と同様に、 $ZrO_2-Y_2O_3$ を研削加工することによって作製した。そして、入れ子16、17のキャビティ面16A、17Aに対して、ダイヤモンド砥石を用いた研磨及び仕上げを行ない、入れ子16、17のキャビティ面16A、17Aの表面粗さ R_{a1} を0.02 μ mとした。尚、第2の入れ子17の中央部には、熔融樹脂射出部14の先端部分を通すための円形の貫通孔を設けた。

【0120】第1の金型部(可動金型部)10を炭素鋼HPM1から作製した。第1の金型部10には、切削加工によって入れ子装着部10Aを設けた(図6の(A)参照)。そして、第1の入れ子16を入れ子装着部10Aにボルト18Aを用いて固定した(図6の(B)参照)。

【0121】一方、第2の金型部(固定金型部)11を炭素鋼HPM1から作製した。第2の金型部11には、切削加工によって入れ子装着部11Aを設けた(図7の(A)参照)。また、第2の金型部11の中央部には、直径3mmのダイレクトゲート構造を有する熔融樹脂射出部14を設けた。そして、第2の入れ子17を入れ子装着部11Aにボルト18Bを用いて固定した。この状態を、図7の(B)及び(C)に示す。熔融樹脂射出部14から最も遠い所に位置するキャビティ15の部分から熔融樹脂射出部14までの距離 L は約57mmである。尚、図7の(B)は、熔融樹脂射出部14を含む垂直面で第2の金型部11を切断したときの模式的な端面図であり、図7の(C)は、熔融樹脂射出部14を含まない垂直面で第2の金型部11を切断したときの模式的な端面図である。

【0122】このように作製した第1の金型部(可動金型部)10と第2の金型部(固定金型部)11を組み付けて実施例3の金型組立体を得た。第1の金型部10と第2の金型部11とを型締めした状態において(図4参照)、第1の入れ子16の表面16Bと、第1の入れ子16の表面16Bと対向する第2の入れ子17の表面17Bとの間のクリアランス(C_{11})は0.01mmであった。また、第2の入れ子17の中央部に設けられた貫通孔と第2の金型部11との間のクリアランス C_{12} は0.01mmであった。

【0123】完成した金型組立体を成形装置に取り付けた後、金型組立体を金型温調機を用いて130°Cまで

加熱後、40°Cまで急冷しても、 $ZrO_2-Y_2O_3$ から作製された入れ子16、17に割れ等の損傷は発生しなかった。

【0124】成形装置として射出圧縮成形可能な東芝機械株式会社製、IS75プレストロール射出成形機を用い、金型組立体を80°Cに加熱した。尚、この射出成形機は、通常の射出成形を行うこともできる。熱可塑性樹脂として、ポリカーボネート樹脂(三菱エンジニアリングプラスチックス株式会社製、ユーピロン H4000)を用いて、本発明の第2の態様に係る成形品の成形を行なった。成形条件は、以下の表3のとおりとした。

【0125】尚、第1の金型部10と第2の金型部11とを型締めしたときの金型部の開閉方向に沿ったキャビティ15の距離 t が0.5mmとなるように第1の金型部10と第2の金型部11とを型締めし、熔融樹脂射出部14からキャビティ15内に熔融熱可塑性樹脂を射出し(図8参照)、射出完了後に、金型部の開閉方向に沿ったキャビティ15の距離を t_0 とした。即ち、第1の金型部10を第2の金型部11に向かって移動させ、キャビティ15の容積が、成形すべき成形品の容積と等しくなる状態に第1の金型部10と第2の金型部11とを配置した。このときの金型部の開閉方向に沿ったキャビティ15の距離 t_0 を0.2mmとした。具体的には、所定量の80%の熔融樹脂を熔融樹脂射出部14を介してキャビティ15内に射出した時点で、射出を続けながら、第1の金型部(可動金型部)10を第2の金型部(固定金型部)11に向かって0.3mm移動させた。移動の完了は、熔融樹脂の射出完了後とした。この状態を図9に示す。その後、20秒後に金型組立体の型開きを行い、次いで、成形品を金型組立体から取り出した。

【0126】

【表3】

金型温度: 80°C

樹脂温度: 280°C

射出速度: 100mm/秒

t : 0.5mm

t_0 : 0.2mm

【0127】この熱可塑性樹脂の流動指数 α は、上記の成形条件においては、試験の結果、150であった。従って、従来の金属材料から作製された金型部を備えた金型組立体においては、最大到達距離 L_{max} は150 t_0 であるが故に、 $t_0=0.2$ mmとした場合、熔融樹脂射出部から6mmの範囲までのキャビティ内にしか熔融樹脂を充填することができないことになる。

【0128】実施例3の金型組立体においては、試験の結果、流動係数 k_0 は13であった。従って、 $k_0 \propto t_0^2$

$$= 13 \times 150 \times 0.2^2$$

$$= 78$$

となり、この値は L (=57)よりも大きく、

$L \leq k \cdot \alpha \cdot t_0$ (但し $L \geq 3$)

を満足している。

【0129】成形の結果、キャビティ 15 内は熔融樹脂で完全に充填されていた。また、フローマーク、反り等の成形不良もなかった。更には、高分子量成形材料を使用したので、0.2mm の薄さとはいえ、成形品を折り曲げても割れは生じなかった。連続して成形を 1000 回行ったが、入れ子 16, 17 に割れ等の損傷は発生しなかった。

【0130】(実施例 4) 実施例 4 においては、第 1 の入れ子 16 及び第 2 の入れ子 17 の表面 (キャビティ面 16A, 17A) に、薄膜を形成した。薄膜の厚さを 0.5 μ m とし、薄膜を構成する材料をアモルファスダイヤモンドとした。第 1 及び第 2 の入れ子 16, 17 の表面 16A, 17A における薄膜の形成は、実施例 2 と同様とした。

【0131】そして、実施例 3 と同じ成形装置及び熱可塑性樹脂を用いて、実施例 3 と同じ成形条件にて成形を行った。尚、実施例 4 の金型組立体においては、流動係数 k_f の値は 12.6 であり、薄膜と熱可塑性樹脂との剥離強度は 0.3 kgf/cm であった。

【0132】成形の結果、キャビティ 15 内は熔融樹脂で完全に充填されていた。また、成形品は非常に綺麗な外観を有していた。更には、フローマーク、反り等の成形不良もなかった。また、金型組立体からの成形品の取り出しは極めてスムーズであった。連続して成形を 1000 回行ったが、入れ子 16, 17 に割れ等の損傷は発生しなかった。尚、入れ子 16, 17 の表面 16A, 17A に形成された薄膜にも損傷は認められなかった。

【0133】(比較例 1) 金型組立体として実施例 1 で用いた第 1 及び第 2 の入れ子を、 $R_{\text{熱}} = 0.02 \mu\text{m}$ まで鏡面仕上げをした炭素鋼 (熱伝導率 $11 \times 10^{-1} \text{ cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{deg}$) から作製した入れ子に取り替えて成形を行った。実施例 1 と同じ成形装置及び熱可塑性樹脂を使用し、実施例 1 と同様の成形条件にて成形を行った。

【0134】成形の結果、キャビティ 15 内での熔融樹脂の流動性が悪く、キャビティ 15 内を完全に熔融樹脂で充填することができなかった。そこで、射出圧力及び射出速度を増加させたが、熔融樹脂射出部から約 70 mm の範囲までのキャビティ内にしか熔融樹脂を充填することができず、キャビティ 15 の半分も樹脂で充填されていなかった。また、得られた成形品は反りがひどく、フローマーク及びジェットイング等の成形不良が生じていた。しかも、成形品の表面にはガラス繊維が析出しており、実施例 1 と比較すると成形品の鏡面性が著しく劣っていた。

【0135】(比較例 2) 金型組立体として実施例 3 で用いた第 1 及び第 2 の入れ子を、 $R_{\text{熱}} = 0.02 \mu\text{m}$ まで鏡面仕上げをした炭素鋼 (熱伝導率 $11 \times 10^{-1} \text{ cal}$

$1/\text{cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{deg}$) から作製した第 1 及び第 2 の入れ子に取り替えて成形を行った。実施例 3 と同じ成形装置及び熱可塑性樹脂を使用し、実施例 3 と同様の成形条件にて成形を行った。

【0136】成形の結果、キャビティ 15 内での熔融樹脂の流動性が悪く、キャビティ 15 内を完全に熔融樹脂で充填することができなかった。そこで、射出圧力及び射出速度を増加させ、且つ、 $t = 0.6 \text{ mm}$ としたが、熔融樹脂射出部から約 5 mm の範囲までのキャビティ内にしか熔融樹脂を充填することができず、キャビティ 15 の殆どが樹脂で充填されていなかった。また、成形品にはフローマーク及びジェットイング等の成形不良が生じていた。しかも、成形品の厚さは 0.8 mm と厚く、熔融樹脂の充填圧で金型組立体が若干開き、第 2 の金型部に圧力を加えてキャビティ 15 内の樹脂を圧縮しても、既に固化層が発達していたため、キャビティ内の樹脂を圧縮することができなかった。

【0137】(実施例 5) 実施例 1 の金型組立体も、本発明の金型組立体の第 1 の態様に関し、更には、第 2 の形態に関する。図 10 に模式的な端面図を示す実施例 5 の金型組立体が実施例 1 の金型組立体と相違する点は、入れ子 16 を第 1 の金型部 (可動金型部) 10 にのみ配設した点にある。また、第 2 の金型部 11 の中央に設けられた熔融樹脂射出部 14 を、ダイレクトゲート構造とした。

【0138】即ち、実施例 5 の金型組立体は、(イ) キャビティ 15 が設けられ、熱可塑性樹脂に基づき成形品を成形するための第 1 の金型部 (可動金型部) 10 及び第 2 の金型部 (固定金型部) 11、(ロ) 第 2 の金型部 11 に配置され、第 1 の金型部 10 と第 2 の金型部 11 とを型締めした状態において形成されるキャビティ 15 内に熔融熱可塑性樹脂を射出するための熔融樹脂射出部 14、並びに、(ハ) 第 1 の金型部 10 に配設され、キャビティ 15 の一部を構成する入れ子 16 を備えている。第 1 の金型部 10 と第 2 の金型部 11 とを型締めした状態において、入れ子 16 の表面 16A と、入れ子 16 の表面 16A と対向する第 2 の金型部 11 の面 (実施例 5 においてはパーティング面 PL_1) との間のクリアランス C_{11} は 0.03 mm 以下 ($C_{11} \leq 0.03 \text{ mm}$) である。尚、図 10 の (A) は金型組立体を型締めした状態を示し、図 10 の (B) は金型組立体を型開きした状態を示す。

【0139】尚、成形品をパーソナルコンピュータ用のハウジングとし、成形品の形状を箱形とした。成形品の底面の寸法を $300 \times 200 \text{ mm}$ とし、厚さを 0.5 mm とした。また、側面の高さを 15 mm、厚さを 0.5 mm とした。熔融樹脂射出部 14 から最も遠い所に位置するキャビティ 15 の部分から熔融樹脂射出部 14 までの距離 L は 180 mm であった。また、第 1 の金型部 10 と第 2 の金型部 11 とを型締めしたときの金型部の開

閉方向に沿ったキャビティ 15 の距離 t_0 を 0.5 mm とした。

【0140】実施例 5 においては、入れ子 16 を ZrO_2-SiO_2 から作製した。尚、 ZrO_2-SiO_2 の弾性率は $2 \times 10^4 \text{ kgf/cm}^2$ であり、熱伝導率は $0.8 \times 10^{-2} \text{ cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{deg}$ である。入れ子 16 は、厚さ 3.0 mm となるように、 ZrO_2-SiO_2 をプレス成形した後、焼成して作製した。そして、入れ子 16 のキャビティ面 16A に対してダイヤモンド砥石を用いた研磨及び仕上げを行ない、入れ子 16 のキャビティ面 16A の表面粗さ $R_{a,1}$ を $0.02 \mu\text{m}$ とした。

【0141】第 1 の金型部（可動金型部）10 を炭素鋼 S55C から作製し、切削加工を行い、第 1 の金型部 10 に入れ子装着部 10A を設けた（図 11 の（A）参照）。そして、入れ子装着部 10A に入れ子 16 をボルト 18 を用いて固定した（図 11 の（B）参照）。尚、ボルト 18 は図 11 の（B）に 2 力所のみ図示したが、必要とされる本数のボルト 18 を用いて、入れ子 16 を固定すればよい。また、第 2 の金型部（固定金型部）11 を炭素鋼 S55C から作製した。第 2 の金型部 11 の中央部には、直径 5 mm のダイレクトゲート構造を有する熔融樹脂射出部 14 を設けた（図 11 の（C）参照）。

【0142】このように作製した第 1 の金型部（可動金型部）10 と第 2 の金型部（固定金型部）11 とを組み付けて実施例 5 の金型組立体を得た。第 1 の金型部 10 と第 2 の金型部 11 とを型締めした状態において、入れ子 16 の表面 16A と、入れ子 16 の表面 16A と対向する第 2 の金型部 11 の面（実施例 5 においてはパーティン面 PL_1 ）との間のクリアランス C_{11} は 0.02 mm ($C_{11} = 0.02 \text{ mm}$) であった。このような構造にすることで、入れ子 16 の外周部は、第 2 の金型部 11、及びキャビティ 15 内に射出された熔融樹脂と接触しなくなる。

【0143】完成した金型組立体を成形装置に取り付けた後、金型組立体を金型温調機を用いて 130°C まで加熱後、 40°C まで急冷しても、 ZrO_2-SiO_2 から作製された入れ子 16 に割れ等の損傷は発生しなかった。

【0144】そして、成形装置として実施例 1 と同じ射出成形機を用い、実施例 1 と同じ成形条件にて成形を行った。キャビティ 15 内への熔融樹脂の射出完了時点の状態を図 12 の模式的な端面図に示す。尚、実施例 5 の金型組立体においては、流動係数 k_1 の値は 3 であり、流動指数 α は 800 であった。

【0145】成形の結果、キャビティ 15 内は熔融樹脂で完全に充填されていた。また、成形品表面はガラス繊維の析出（浮き）もなく、成形品は非常に綺麗な外観を

有していた。更には、成形品には、フローマーク、反り等の成形不良もなかった。連続して成形を 10000 回行ったが、入れ子 16 に割れ等の損傷は発生しなかった。

【0146】尚、図 13 に模式的な端面図を示すように、入れ子 16 の表面に、例えば厚さ $0.5 \mu\text{m}$ のアモルファスダイヤモンドから成る薄膜 16C を形成すれば、金型部からの成形品の取り出しを極めてスムーズに行うことができる。ここで、図 13 の（A）は金型組立体を型締めした状態を示し、図 13 の（B）は金型組立体を型開きした状態を示す。

【0147】（実施例 6）実施例 6 の金型組立体は、本発明の金型組立体の第 2 の態様に関し、更には、第 2 の形態に関する。即ち、実施例 2 の金型組立体は、キャビティの容積を可変とし得る構造（実施例 6 においては印電構造）を有する点にある。実施例 6 の金型組立体を図 14 に示すが、第 1 の金型部 10 と第 2 の金型部 11 とを型締めしたときの金型部の開閉方向に沿ったキャビティ 15 の距離が t となるように第 1 の金型部 10 と第 2 の金型部 11 とを型締めした状態を、図 14 の（A）の模式的な端面図に示す。また、キャビティ 15 の容積が成形すべき成形品の容積と等しくなる状態に第 1 の金型部 10 と第 2 の金型部 11 とを配置したときの、金型部の開閉方向に沿ったキャビティ 15 の距離が t_0 となった状態を図 14 の（B）の模式的な端面図に示す。

【0148】この実施例 6 の金型組立体を構成する要素は、基本的には、実施例 5 の金型組立体を構成する要素と同じであるので詳細な説明は省略する。また、成形品の大きさも実施例 5 と同様とした。

【0149】実施例 6 においても、入れ子 16 を $ZrO_2-Y_2O_3$ から作製した。入れ子 16 の厚さを 3.0 mm とした。入れ子 16 は、厚さ 3.0 mm となるように $ZrO_2-Y_2O_3$ をプレス成形した後、焼成して作製した。そして、入れ子 16 のキャビティ面 16A に対して、ダイヤモンド砥石を用いた研磨及び仕上げを行ない、入れ子 16 のキャビティ面 16A の表面粗さ $R_{a,1}$ を $0.02 \mu\text{m}$ とした。

【0150】一方、第 1 の金型部（可動金型部）10 を炭素鋼 HPM1 から作製し、切削加工を行い、第 1 の金型部 10 に入れ子装着部を設けた。そして、入れ子装着部に入れ子 16 をボルト 18 を用いて固定した。また、第 2 の金型部（固定金型部）11 を炭素鋼 HPM1 から作製した。尚、第 2 の金型部の中央部には、直径 5 mm のダイレクトゲート構造を有する熔融樹脂射出部 14 を設けた。

【0151】このように作製した第 1 の金型部（可動金型部）10 と第 2 の金型部（固定金型部）11 とを組み付けて本発明の金型組立体を得た。第 1 の金型部 10 と第 2 の金型部 11 とを型締めした状態において、入れ子 16 の表面の一部分 16B と、入れ子 16 の表面の一部

分 1 6 B と対向する第 2 の金型部 1 1 の面 (実施例 6 においてはパーティング面 P L₁) との間のクリアランス C₁₁ は 0. 0 1 mm (C₁₁ = 0. 0 1 mm) であった。このような構造にすることで、入れ子 1 6 の外周部は、第 2 の金型部 1 1、及びキャビティ 1 5 内に射出された熔融樹脂と接触しなくなる。

【 0 1 5 2 】 完成した金型組立体を成形装置に取り付けた後、金型組立体を金型温調機を用いて 1 3 0 ° C まで加熱後、4 0 ° C まで急冷しても、Z r O₂ - Y₂ O₃ から作製された入れ子 1 6 に割れ等の損傷は発生しなかつた。

【 0 1 5 3 】 実施例 5 と同じ成形装置 (但し、射出圧縮成形可能に改造) を用いた。また、熱可塑性樹脂として、ポリカーボネート樹脂 (三菱エンジニアリングプラスチックス株式会社製、ユーピロン S 2 0 0 0) を用いた。そして、実施例 3 と同じ成形条件にて成形を行った。尚、実施例 6 の金型組立体においては、流動係数 k の値は 1 3 であり、流動指数 α は 8 0 であった。金型部の開閉方向に沿ったキャビティの距離が t (= 0. 5 mm) となるように第 1 の金型部 1 0 と第 2 の金型部 1 1 とを型締めし、熔融樹脂射出部 1 4 からキャビティ 1 5 内に熔融熱可塑性樹脂を射出した状態を図 1 5 の (A) に示す。射出後に、金型部の開閉方向に沿ったキャビティ 1 5 の距離を t₁ (= 0. 2 mm) とした。この状態を図 1 5 の (B) に示す。

【 0 1 5 4 】 成形の結果、キャビティ 1 5 内は熔融樹脂で完全に充填されていた。また、成形品は非常に綺麗な外観を有していた。更には、成形品には、フローマーク、反り等の成形不良もなかった。連続して成形を 1 0 0 0 0 回行ったが、入れ子 1 6 に割れ等の損傷は発生しなかつた。

【 0 1 5 5 】 尚、図 1 6 の (A) 及び (B) に模式的な端面図を示すように、入れ子 1 6 の表面に薄膜 1 6 C を形成すれば、金型部からの成形品の取り出しを極めてスムーズに行うことができる。例えば、薄膜 1 6 C の厚さ 3 μ m をとし、薄膜 1 6 C を構成する材料を T i N とすることができる。この薄膜 1 6 C のピッカース硬度は 2 0 0 0 H v であり、動摩擦係数 (μ) は 0. 3 である。入れ子 1 6 の表面における薄膜 1 6 C の形成を、以下の表 4 の条件に基づくプラズマ C V D 法にて行うことができる。ここで、図 1 6 の (A) は、第 1 の金型部 1 0 と第 2 の金型部 1 1 とを型締めしたときの金型部の開閉方向に沿ったキャビティ 1 5 の距離が t となるように、第 1 の金型部 1 0 と第 2 の金型部 1 1 とを型締めした状態を示す模式的な端面図である。また、図 1 6 の (B) は、キャビティ 1 5 の容積が成形すべき成形品の容積と等しくなる状態に第 1 の金型部 1 0 と第 2 の金型部 1 1 とを配置したときの、金型部の開閉方向に沿ったキャビティ 1 5 の距離が t₁ となった状態を示す模式的な端面図である。

【 0 1 5 6 】

【 表 4 】

使用ガス : T i C l₄ / N₂ / H₂

圧力 : 約 1 0⁻¹ P a

温度 : 約 5 0 0 ° C

【 0 1 5 7 】 (実施例 7) 実施例 7 は、本発明の第 1 の態様に係る金型組立体に関し、更には、第 3 の形態に関する。実施例 7 の金型組立体を型締めしたときの模式的な端面図を図 1 7 の (A) に示し、型開きしたときの模式的な端面図を図 1 8 の (A) に示す。また、組み立て中の金型組立体の模式的な端面図を、図 1 7 の (B) 及び (C) に示す。

【 0 1 5 8 】 実施例 7 の金型組立体は、(イ) 熱可塑性樹脂に基づき成形品を成形するための第 1 の金型部 (可動金型部) 1 0 及び第 2 の金型部 (固定金型部) 1 1 と、(ロ) 第 1 の金型部 1 0 に配設され、キャビティ 1 5 の一部を構成し、厚さが 3. 0 0 mm の入れ子 1 6 と、(ハ) 第 2 の金型部 1 1 に設けられた熔融樹脂射出部 1 4 とを備えている。そして、第 2 の金型部 1 1 には、入れ子被覆部 1 2 が設けられている。具体的には、入れ子被覆部 1 2 は、入れ子 1 6 のキャビティ面 1 6 A と対向する第 2 の金型部 1 1 の面に設けられた一種の切り込み (切り欠き) である。

【 0 1 5 9 】 図 1 7 の (A) に示すように、第 1 の金型部 1 0 と第 2 の金型部 1 1 とを型締めした状態において、入れ子 1 6 と入れ子被覆部 1 2 との間のクリアランス (C₁₁) を 0. 0 3 mm 以下 (C₁₁ ≤ 0. 0 3 mm) とする。また、入れ子 1 6 に対する入れ子被覆部 1 2 の重なり量 (Δ S₁₁) を 0. 5 mm 以上 (Δ S₁₁ ≥ 0. 5 mm) とする。実施例 7 においては、入れ子 1 6 を構成する材料として、Z r O₂ - Y₂ O₃ を用いた。

【 0 1 6 0 】 実施例 7 の金型組立体におけるキャビティ 1 5 の大きさは、1 0 0 mm × 1 0 0 mm × 0. 3 mm であり、形状は板状である。尚、熔融樹脂射出部 1 4 から最も遠い所に位置するキャビティ 1 5 の部分から熔融樹脂射出部 1 4 までの距離 L は 7 1 mm である。また、第 1 の金型部 1 0 と第 2 の金型部 1 1 とを型締めしたときの金型部の開閉方向に沿ったキャビティ 1 5 の距離 t₁ は 0. 3 mm である。入れ子 1 6 の大きさは、1 0 2. 0 0 mm × 1 0 2. 0 0 mm × 3. 0 0 mm である。尚、入れ子 1 6 を研削加工にて作製し、入れ子 1 6 のキャビティ面 1 6 A に対して、ダイヤモンド砥石を用いた研磨及び仕上げを行ない、入れ子 1 6 のキャビティ面 1 6 A の表面粗さ R_{a1} を 0. 0 2 μ m とした。

【 0 1 6 1 】 第 1 の金型部 (可動金型部) 1 0 を炭素鋼 S 5 5 C から作製した。入れ子 1 6 のための入れ子装着部 1 0 A の内寸法が 1 0 2. 2 0 mm × 1 0 2. 2 0 mm、深さが 3. 0 2 mm となるように切削加工して、入れ子装着部 1 0 A を設け (図 1 7 の (B) 参照)、次いで、入れ子 1 6 をシリコン系接着剤 (図示せず) を用い

て入れ子装着部 10A 内に接着した (図 17 の (C) 参照)。隙間ゲージを用いて入れ子 16 と入れ子装着部 10A との間のクリアランス (D) を測定したところ、最低クリアランスは 0.05 mm であった。

【0162】一方、第 2 の金型部 (固定金型部) 11 を炭素鋼 S55C から作製した。第 2 の金型部 (固定金型部) 11 の中央部には、直径 5 mm のダイレクトゲートから成る熔融樹脂射出部 14 を設けた。

【0163】このように作製した第 1 の金型部 (可動金型部) 10 及び第 2 の金型部 (固定金型部) 11 を組み付けて実施例 7 の金型組立体制を得た。この金型組立体において、入れ子 16 と入れ子被覆部 12 との間のクリアランス (C_{11}) は 0.02 mm ($C_{11} = 0.02$ mm) であった。また、入れ子 16 に対する入れ子被覆部 12 の重なり量 (ΔS_{11}) は 1.0 mm ($\Delta S_{11} = 1.0$ mm) であった。以上のとおり、入れ子 16 の端部とキャビティ 15 に射出された熔融樹脂との間には接触がない構造とした。

【0164】完成した金型組立体制を成形装置に取り付けた後、金型組立体制を金型温調機を用いて 130°C まで加熱後、40°C まで急冷しても、 $ZrO_2-Y_2O_3$ から作製された入れ子 16 に割れ等の損傷は発生しなかった。

【0165】実施例 3 と同じ成形装置 (但し、通常の射出成形を実施) を使用した。また、熱可塑性樹脂として、ポリブチレンテレフタレート樹脂 (三菱エンジニアリングプラスチック株式会社製、ノバドゥール 5010R5) を用いた。そして、金型温度: 80°C、樹脂温度: 250°C、射出圧力: 700 kgf/cm² - G、射出速度: 100 mm/秒にて成形を行った。キャビティ 15 内への熔融樹脂の射出完了時点の状態を図 18 の (B) の模式的な端面図に示す。尚、実施例 7 の金型組立体制においては、流動係数 k_f の値は 5、流動指数 α の値は 200 であった。

【0166】成形の結果、キャビティ 15 内は熔融樹脂で完全に充填されていた。また、成形品は非常に綺麗な外観を有していた。更には、成形品には、フローマーク、反り等の成形不良もなかった。連続して成形を 1000 回行ったが、入れ子 16 に割れ等の損傷は発生しなかった。

【0167】尚、図 19 の (A) 及び (B) に模式的な端面図を示すように、入れ子 16 の表面に薄膜 16C を形成すれば、金型部からの成形品の取り出しを極めてスムーズに行うことができる。尚、この金型組立体制を型締めしたときの模式的な端面図を図 19 (A) に示し、型開きしたときの模式的な端面図を図 19 の (B) に示す。

【0168】(実施例 8) 図 20 の (A) に模式的な一部端面図を示す実施例 8 の金型組立体制は、本発明の金型組立体制の第 1 の態様に関し、更には、第 4 の形態に関す

る。実施例 8 の金型組立体制においては、入れ子 16 は第 1 の金型部 (可動金型部) 10 に配設されており、キャビティ 15 の一部を構成し、入れ子 16 の端部を被覆する被覆プレート 19 を更に備えている。入れ子 16 は第 1 の金型部 10 に配設され、第 1 の金型部 (可動金型部) 10 と第 2 の金型部 (固定金型部) 11 とを型締めした状態において、入れ子 16 と被覆プレート 19 との間のクリアランス C_{11} は 0.03 mm 以下 ($C_{11} \leq 0.03$ mm) であり、且つ、入れ子 16 に対する被覆プレート 19 の重なり量 ΔS_{11} は 0.5 mm 以上 ($\Delta S_{11} \geq 0.5$ mm) である。尚、図 20 の (A) に示した金型組立体制の組み立て中の模式的な端面図を、図 20 の (B) 及び (C) に示す。

【0169】入れ子 16 を、ジルコニア (ZrO_2) から研削加工にて作製した。そして、入れ子 16 のキャビティ面 16A に対してダイヤモンド砥石及び酸化セリウム砥石を用いた研磨及び仕上げを行ない、入れ子 16 のキャビティ面 16A の表面粗さ R_{a11} を 0.02 μ m とした。

【0170】第 1 の金型部 (可動金型部) 10 を炭素鋼 S55C から作製した。炭素鋼 S55C を切削加工して、入れ子装着部 10A を設けた。次いで、入れ子 16 を、2 液硬化型エポキシ系接着剤 (図示せず) を用いて、入れ子装着部 10A 内に仮り止めした (図 20 の (B) 参照)。尚、仮り止め後、隙間ゲージを用いて入れ子 16 と入れ子装着部 10A のクリアランス (D) を測定し、最低クリアランスが 0.005 mm 以上となるように、入れ子装着部 10A の切削加工を行った。一方、第 2 の金型部 (固定金型部) 11 を炭素鋼 S55C から作製した。第 2 の金型部 11 の中央部には、ダイレクトゲートから成る熔融樹脂射出部 14 を設けた。

【0171】炭素鋼 S55C から被覆プレート 19 を作製した。被覆プレート 19 を切削加工した後、第 1 の金型部 10 にビス (図示せず) を用いて固定した (図 20 の (C) 参照)。被覆プレート 19 はキャビティ 15 の一部を構成し、しかも、被覆プレート 19 は入れ子 16 の全周囲を覆っている。入れ子 16 と被覆プレート 19 との間のクリアランス (C_{11}) が 0.03 mm 以下となるように、また、入れ子 16 に対する被覆プレート 19 の重なり量 (ΔS_{11}) が 0.5 mm 以上となるように、被覆プレート 19 を切削加工した。

【0172】あるいは又、金型組立体制の模式的な一部端面図を図 21 の (A) に示すように、成形すべき成形品の形状に依り、曲面を有する入れ子 16 を用いることもできる。この場合には、第 1 の金型部 10 を炭素鋼 S55C から作製し、入れ子装着部 10A の切削加工を行い、第 1 の金型部 10 に設けられた入れ子装着部 10A の底部の曲率半径を、入れ子装着部と対向する入れ子 16 の裏面 (キャビティ面と反対の面) の曲率半径に合わせることが好ましい。被覆プレート 19 は炭素鋼 S55

Cから作製することができる。被覆プレート19の入れ子16に対向する面の曲率半径を入れ子16のキャビティ面16Aの曲率半径と一致させることが好ましい。被覆プレート19を切削加工した後、第1の金型部10にビス(図示せず)を用いて固定することができる。また、第2の金型部11は炭素鋼S55Cから作製すればよい。あるいは又、図21の(B)に模式的な一部端面図を示すように、入れ子16を装着する第1の金型部10の部分を、第1の金型部10に装着された入れ子装着用中子10Bから構成することもできる。この場合、入れ子装着用中子10Bに入れ子装着部を設ける。

【0173】実施例8の金型組立体を用いた成形品の製造方法は、実質的には実施例1にて説明した成形品の製造方法と同様とすることができるので、詳細な説明は省略する。また、入れ子16の表面16Aに薄膜を形成すれば、金型部からの成形品の取り出しを極めてスムーズに行うことができる。

【0174】(実施例9) 実施例9は、本発明の第1の態様に係る金型組立体及び成形品の成形方法に関し、更には、第5の形態に関する。実施例9の金型組立体を型締めしたときの模式的な端面図を図22の(A)及び(B)に示し、型開きしたときの模式的な端面図を図24に示す。また、組み立て中の金型組立体の模式的な端面図を、図23の(A)、(B)及び(C)に示す。尚、図22の(A)、図23の(A)~(C)及び図24は、垂直面で被覆プレートを含む金型組立体の領域を切断したときの図であり、図22の(B)はかかる垂直面と平行な垂直面で被覆プレートを含まない金型組立体の領域を切断したときの図である。

【0175】実施例9の金型組立体は、(イ)熱可塑性樹脂に基づき成形品を成形するための第1の金型部(固定金型部)20及び第2の金型部(可動金型部)21と、(ロ)第1の金型部20に配設され、キャビティの25一部を構成し、厚さが3.00mmの入れ子26と、(ハ)入れ子26と第2の金型部21との間に配設され、第1の金型部20に取り付けられ、熔融樹脂射出部24が設けられた被覆プレート23とを備えている。そして、第2の金型部21には、入れ子被覆部22が設けられている。入れ子被覆部22は、入れ子26のキャビティ面26Aと対向する第2の金型部11の面に設けられた一種の切り込み(切り欠き)である。

【0176】第1の金型部20と第2の金型部21とを型締めした状態において(図22の(A)参照)、入れ子26と入れ子被覆部22との間のクリアランス

(C_{11})を0.03mm以下($C_{11} \leq 0.03\text{mm}$)とし、入れ子26に対する入れ子被覆部22の重なり量(ΔS_{11})を0.5mm以上($\Delta S_{11} \geq 0.5\text{mm}$)とする。また、被覆プレート23の入れ子と対向する面23Aと、入れ子26との間のクリアランス(C_{12})を0.03mm以下($C_{12} \leq 0.03\text{mm}$)とし、入れ子

26に対する被覆プレート23の重なり量(ΔS_{12})を0.5mm以上($\Delta S_{12} \geq 0.5\text{mm}$)とする。図22の(A)及び(B)に示すように、被覆プレート23は入れ子26の一部分と一部分とのみ重なり合っている。実施例9においても、入れ子26を構成する材料として $ZrO_2-Y_2O_3$ を用いた。尚、実施例9の金型組立体において、被覆プレート23に設けられた熔融樹脂射出部24は、サイドゲート構造である。

【0177】実施例9の金型組立体におけるキャビティ25の大きさは、100mm×100mm×0.3mmであり、形状は板状である。熔融樹脂射出部24から最も遠い所に位置するキャビティ25の部分から熔融樹脂射出部24までの距離Lは112mmである。また、第1の金型部20と第2の金型部21とを型締めしたときの金型部の開閉方向に沿ったキャビティ25の距離t₁は0.3mmである。入れ子26の大きさは、102.00mm×102.00mm×3.00mmである。尚、入れ子26を研削加工にて作製し、入れ子26のキャビティ面26Aに対して、ダイヤモンド砥石を用いた研磨及び仕上げを行ない、入れ子26のキャビティ面26Aの表面粗さR_{a1}を0.02μmとした。

【0178】第1の金型部(固定金型部)20を炭素鋼S55Cから作製した。入れ子26のための入れ子装着部20Aの内寸法が102.20mm×102.20mm、深さが3.02mmとなるように切削加工して、入れ子装着部20Aを設け(図23の(A)参照)、次いで、入れ子26をシリコン系接着剤(図示せず)を用いて入れ子装着部20A内に接着した(図23の(B)参照)。隙間ゲージを用いて入れ子26と入れ子装着部20Aとの間のクリアランス(D)を測定したところ、最低クリアランスは0.05mmであった。

【0179】炭素鋼にて被覆プレート23を作製し、所定位置にボルト(図示せず)にて第1の金型部20に取り付けた(図23の(C)参照)。尚、被覆プレート23には熔融樹脂射出部(ゲート部)24が設けられている。被覆プレート23の入れ子と対向する面23Aと、入れ子26との間のクリアランス(C_{11})は0.02mm($C_{11} = 0.02\text{mm}$)であり、入れ子26に対する被覆プレート23の重なり量(ΔS_{11})は1.0mm($\Delta S_{11} = 1.0\text{mm}$)であった。

【0180】一方、第2の金型部(可動金型部)21を炭素鋼S55Cから作製した。

【0181】このように作製した第1の金型部(固定金型部)20及び第2の金型部(可動金型部)21を組み付けて実施例9の金型組立体を得た。この金型組立体において、入れ子26と入れ子被覆部22との間のクリアランス(C_{11})は0.02mm($C_{11} = 0.02\text{mm}$)であった。また、入れ子26に対する入れ子被覆部22の重なり量(ΔS_{11})は1.0mm($\Delta S_{11} = 1.0\text{mm}$)であった。以上のとおり、入れ子26の端部とキャ

ビティ 25 に導入された熔融樹脂との間には接触がない構造とした。

【0182】完成した金型組立体を成形装置に取り付けた後、金型組立体を金型温調機を用いて 130°C まで加熱後、 40°C まで急冷しても、 $\text{ZrO}_2\text{-Y}_2\text{O}_3$ から作製された入れ子 16 に割れ等の損傷は発生しなかった。

【0183】成形装置として実施例 3 と同じ射出成形機（但し、通常の射出成形を実施）を用い、実施例 7 と同じ熱可塑性樹脂を用いて、実施例 7 と同じ条件（但し、射出圧力を 500 kgf/cm^2 増加させた）にて射出成形を行なった。尚、実施例 9 の金型組立体においては、流動係数 k_f の値は 5 であり、流動指数 α は 260 であった。入れ子 26 と接していた成形品の表面は非常に高い鏡面性を有していた。またフローマーク及びジェットティング等の成形不良もなかった。尚、連続して成形を 10000 サイクル行なったが、入れ子 26 に割れ等の損傷は発生しなかった。

【0184】尚、図 25 に示すように、入れ子 26 の表面に薄膜 26C を形成することによって、金型部からの成形品の取り出しを極めてスムーズに行うことができる。尚、図 25 は金型組立体を型締めしたときの模式的な端面図であり、図 25 の (A) は、垂直面で被覆プレートを含む金型組立体の領域を切断したときの図であり、図 25 の (B) はかかる垂直面と平行な垂直面で被覆プレートを含まない金型組立体の領域を切断したときの図である。

【0185】（実施例 10）実施例 10 は、本発明の第 2 の態様に係る金型組立体及び成形品の成形方法に関し、更には、第 5 の形態に関する。図 26 の (A) は、第 1 の金型部 20 と第 2 の金型部 21 とを型締めしたときの金型部の開閉方向に沿ったキャビティ 25 の距離が t となるように第 1 の金型部 20 と第 2 の金型部 21 とを型締めした状態を示す模式的な端面図であり、図 26 の (B) は、キャビティ 25 の容積が成形すべき成形品の容積と等しくなる状態に第 1 の金型部 20 と第 2 の金型部 21 とを配置したときの金型部の開閉方向に沿ったキャビティ 25 の距離が t となった状態を示す模式的な端面図である。

【0186】実施例 10 の金型組立体は、キャビティ 25 の容積を可変とし得る構造を有する金型組立体であり、例えば油圧シリンダー（図示せず）で可動させることができる中子が金型組立体のキャビティ 25 内に配設されている。尚、実施例 10 においては、中子を実施例 9 にて説明した金型組立体に組み込んだ。そして、成形品の成形においては、金型部の開閉方向に沿ったキャビティの距離が t となるように第 1 の金型部 20 と第 2 の金型部 21 とを型締めし、且つ、キャビティ 25 内における中子の配置位置を制御する。そして、熔融樹脂射出部 24 からキャビティ 25 内に熔融熱樹脂を射出し、射

出中に、図示しない油圧シリンダーの作動によって中子を第 1 の金型部 20 に向かって移動を開始させ、射出完了後、金型部の開閉方向に沿ったキャビティ 25 の距離を t とする。

【0187】実施例 10 においては、キャビティ 25 の寸法、入れ子 26 の寸法、入れ子 26 の材料を実施例 9 と同様とした。そして、成形装置として実施例 3 と同じ射出成形機（但し、射出圧縮形を実施）を用い、実施例 7 と同じ熱可塑性樹脂を用いて、実施例 7 と同じ条件（但し、 $t = 0.5\text{ mm}$, $t_s = 0.2\text{ mm}$ とした）にて射出成形を行なった。尚、実施例 10 の金型組立体においては、流動係数 k_f の値は 13 であり、流動指数 α は 200 であった。入れ子 26 と接していた成形品の表面は非常に高い鏡面性を有していた。またフローマーク及びジェットティング等の成形不良もなかった。尚、連続して成形を 10000 サイクル行なったが、入れ子 26 に割れ等の損傷は発生しなかった。尚、実施例 10 においても、入れ子 26 の表面に薄膜を形成することによって、金型部からの成形品の取り出しを極めてスムーズに行うことができる。

【0188】（実施例 11）実施例 11 は、成形品に穴を形成するために、第 1 の金型部及び／又は第 2 の金型部に取り付けられ、キャビティ内を占める部分がキャビティの一部を構成するコアピンを更に備えている金型組立体に関する。以下、種々のコアピンの形態を図面を参照して説明する。尚、実施例 11 においては、入れ子の表面及びコアピンや環状部材の表面に薄膜 16C, 16D, 16E が形成された形態を説明するが、使用する熱可塑性樹脂によっては、これらの薄膜の形成は省略することもできる。

【0189】図 27 の (A) 及び (B) に模式的な一部断面図を示す金型組立体においては、コアピン 101 は例えばジルコニアから作製されており、第 2 の金型部 11 に公知の方法で取り付けられている。コアピン 101 の表面には、例えばアモルファスダイヤモンドから成る薄膜 16D が形成されている。図 27 の (A) に示す構造においては、コアピン 101 の先端面 103 と入れ子 16 のキャビティ面 16A との間のクリアランスは十分大きい。これによって、成形品に非貫通穴を形成することができる。一方、図 27 の (B) におけるコアピン 101 の先端面は対向面 102 に相当し、先端面（対向面 102）と入れ子 16 のキャビティ面 16A との間のクリアランス (C_{11}) は 0.03 mm 以下 ($C_{11} \leq 0.03\text{ mm}$)、好ましくは 0.001 mm 乃至 0.03 mm ($0.001\text{ mm} \leq C_{11} \leq 0.03\text{ mm}$)、より好ましくは 0.003 mm 乃至 0.03 mm ($0.003\text{ mm} \leq C_{11} \leq 0.03\text{ mm}$) であることが望ましい。これによって、対向面 102 と入れ子 16 のキャビティ面 16A との間に熔融樹脂が侵入することなく、成形品に貫通穴を形成することができる。尚、図 27 の (A) 及び

(B) に示した構造においては、集中応力によるコアピンの対向面 102 あるいは先端面 103 の破損を防止するために、ダイヤモンド砥石で、又は、コアピンの対向面 102 あるいは先端面 103 の外側コーナー部に 0.2mmR 以上の曲率を付与するか、又は C 面処理（コーナー部を 45 度の角度に面取りする処理）を行うことが好ましい。

【0190】あるいは又、図 28 の (A) に模式的な一部断面図を示すように、入れ子 16 には貫通孔が設けられており、金型組立体の型締め時、コアピン 101 の先端部 104 は貫通孔内へ延びる。この場合、コアピンの先端部 104 と入れ子 16 に設けられた貫通孔との間のクリアランス (C_{11}) は 0.1mm 以上であることが好ましい。クリアランス (C_{11}) が 0.1mm 未満の場合、熱による膨張・収縮でコアピンと入れ子が接触して、入れ子やコアピンが破損する虞がある。また、コアピン 101 のキャビティ 15 内を占める部分には段差が付けられ、入れ子 16 のキャビティ面 16A と対向する対向面 102 が設けられている。入れ子 16 のキャビティ面 16A と対向する対向面 102 との間のクリアランス (C_{11}) は前述したとおりとすることが望ましい。このような構造にすることで、対向面 102 と入れ子のキャビティ面 16A との間に熔融樹脂が侵入することなく、成形品に貫通穴を正確な位置へ確実に形成することができ、しかも、コアピンの先端部 104 や入れ子 16 の損傷発生を防止することができる。

【0191】あるいは又、図 28 の (B) 及び図 29 の (A) に模式的な一部断面図を示すように、コアピン 111 は例えばジルコニアから作製されており、入れ子 16 には貫通孔が設けられており、コアピン 111 は、この貫通孔を通して公知の方法で第 1 の金型部 10 に取り付けられている。コアピン 111 の表面には、例えばアモルファスダイヤモンドから成る薄膜 16D が形成されている。これらの場合、キャビティ 15 内を占めるコアピン 111 の部分は、入れ子 16 のキャビティ面 16A と対向する対向面 112 を有し、対向面 112 と入れ子 16 のキャビティ面 16A との間のクリアランス (C_{11}) は前述したとおりとすることが望ましい。また、コアピン 111 と入れ子 16 に設けられた貫通孔との間のクリアランス (C_{11}) は 0.1mm 以上であることが好ましい。

【0192】図 28 の (B) に示す構造においては、コアピン 111 の先端面 113 と第 2 の金型部 11 のキャビティ面 11B との間のクリアランスは十分大きい。これによって、成形品に非貫通穴を形成することができる。一方、図 29 の (A) におけるコアピン 111 の先端面 113 と第 2 の金型部 11 のキャビティ面 11B との間のクリアランス (C_{11}) は、キャビティ面 11B が金属から構成されている場合、0mm とすることができる。第 2 の金型部 11 に入れ子（図示せず）を配設する

場合には、かかる入れ子のキャビティ面とコアピン 111 の先端面 113 との間のクリアランス (C_{11}) は 0.03mm 以下 ($C_{11} \leq 0.03\text{mm}$)、好ましくは 0.001mm 乃至 0.03mm ($0.001\text{mm} \leq C_{11} \leq 0.03\text{mm}$)、より好ましくは 0.003mm 乃至 0.03mm ($0.003\text{mm} \leq C_{11} \leq 0.03\text{mm}$) であることが望ましい。これによって、コアピン 111 の先端面 113 と第 2 の金型部 11 のキャビティ面（入れ子のキャビティ面）との間に熔融樹脂が侵入することなく、成形品に貫通穴を形成することができる。尚、図 28 の (B) 及び図 29 の (A) に示した構造においては、集中応力によるコアピンの破損を防止するために、ダイヤモンド砥石で、コアピンの先端面 113 の外側コーナー部に 0.2mmR 以上の曲率を付与するか、又は C 面処理を行うことが好ましい。

【0193】図 29 の (B) に模式的な一部断面図を示す例においては、入れ子 16 には貫通孔が設けられており、コアピン 111 は貫通孔を通して第 1 の金型部 10 に公知の方法で取り付けられている。第 2 の金型部 11 には孔部 11C が設けられており、金型組立体の型締め時、コアピン 111 の先端部 114 は孔部 11C 内へ延びる。コアピン 111 の先端部 114 と孔部 11C との間のクリアランス (C_{11}) は 0.01mm 乃至 0.03mm であることが好ましい。このような構造にすることで、成形品に貫通穴を確実に形成することができる。尚、図 28 の (B)、図 29 の (A) 及び (B) に示した構造においては、集中応力によるコアピンの破損を防止するために、ダイヤモンド砥石で、コアピンの対向面 112 の外側コーナー部に 0.2mmR 以上の曲率を付与するか、又は C 面処理を行うことが好ましい。

【0194】図 30 の (A) に模式的な一部断面図を示す例においては、コアピンは、第 2 の金型部 11 に公知の方法で取り付けられたコアピン取付部 120 と、コアピン取付部 120 に取り付けられ、一端が閉塞しそして他端が開口した環状部材 121 とから成る。環状部材 121 はキャップ状である。環状部材 121 は例えばジルコニアから作製されており、その表面には、例えばアモルファスダイヤモンドから成る薄膜 16D が形成されている。環状部材 121 は、キャビティ 15 内を占めるコアピンの部分の表面を構成する。コアピン取付部 120 は、環状部材 121 の他端から環状部材の内部に延在している。環状部材 121 の肉厚（断面形状が環状の場合、外径と内径の差の $1/2$ ）は、0.5mm 乃至 4mm とすることが好ましい。コアピン取付部 120 は金属から作製すればよい。図 30 の (A) に示す構造においては、環状部材 121 の先端面 123 と入れ子のキャビティ面 16A との間のクリアランスは十分大きい。これによって、成形品に非貫通穴を形成することができる。図 30 の (B) に模式的な一部断面図を示す例においては、環状部材 121 の対向面 122 に相当する先端面と

入れ子 16 のキャビティ面 16 A との間のクリアランス (C₁₁) は前述したとおりとすることが望ましい。これによって、環状部材 121 の対向面 122 に相当する先端面と入れ子のキャビティ面 16 A との間に熔融樹脂が侵入することなく、成形品に貫通穴を形成することができる。尚、図 30 の (A) 及び (B) に示した構造においては、集中応力による環状部材の破損を防止するために、ダイヤモンド砥石で、環状部材 121 の外側コーナー部に 0.2 mm R 以上の曲率を付与するか、又は C 面処理を行うことが好ましい。

【0195】図 31 の (A) 及び (B) に模式的な一部断面図を示す例においては、コアピンは、第 1 の金型部 10 に公知の方法で取り付けられたコアピン取付部 130 と、コアピン取付部 130 に取り付けられ、一端が開口しそして他端が閉塞した環状部材 131 とから成る。環状部材 131 はキャップ状である。環状部材 131 は例えばジルコニアから作製されており、その表面には、例えばアモルファスダイヤモンドから成る薄膜 16 D が形成されている。環状部材 131 は、キャビティ 15 内を占めるコアピンの部分の表面を構成する。環状部材 131 の一端を構成する面は対向面 132 に相当し、コアピン取付部 130 は、入れ子 16 に設けられた貫通孔を貫通し、そして環状部材 131 の一端から環状部材の内部に延在している。環状部材 131 の肉厚 (断面形状が環状の場合、外径と内径の差の 1/2) は、0.5 乃至 4 mm とすることが好ましい。コアピン取付部 130 は金属から作製すればよい。尚、コアピン取付部 130 と、入れ子 16 に設けられた貫通孔との間のクリアランス (C₁₁) は 0.1 mm 以上であることが好ましい。クリアランス (C₁₁) が 0.1 mm 未満の場合、熱による膨張・収縮でコアピンと入れ子が接触して、入れ子やコアピンが破損する虞がある。

【0196】図 31 の (A) に示す構造においては、環状部材 131 の先端面 133 と第 2 の金型部 11 のキャビティ面 11 B との間のクリアランスは十分大きい。これによって、成形品に非貫通穴を形成することができる。一方、図 31 の (B) における環状部材の他端の面 (先端面) 133 と第 2 の金型部 11 のキャビティ面 11 B との間のクリアランス (C₁₁) は、キャビティ面 11 B が金属から構成されている場合、0 mm とすることができる。第 2 の金型部 11 に入れ子 (図示せず) を配設する場合には、かかる入れ子のキャビティ面と環状部材の他端の面 (先端面) 133 との間のクリアランス (C₁₁) は前述したとおりとすることが望ましい。これによって、環状部材の他端の面 (先端面) 133 と第 2 の金型部 11 のキャビティ面 11 B との間に熔融樹脂が侵入することなく、成形品に貫通穴を形成することができる。尚、環状部材 131 の対向面 132 と入れ子のキャビティ面 16 A との間のクリアランス (C₁₁) は前述したとおりとすることが望ましい。図 31 の (A) 及び

(B) に示した構造においては、集中応力による環状部材の破損を防止するために、ダイヤモンド砥石で、環状部材 131 の外側コーナー部に 0.2 mm R 以上の曲率を付与するか、又は C 面処理を行うことが好ましい。

【0197】図 32 の (A) に模式的な一部断面図を示す例においては、コアピンは、第 2 の金型部 11 に公知の方法で取り付けられたコアピン取付部 120 A と、コアピン取付部 120 A に取り付けられ、両端が開口した環状部材 121 A とから成る。環状部材 121 A はリング状である。環状部材 121 A は例えばジルコニアから作製されており、その表面には、例えばアモルファスダイヤモンドから成る薄膜 16 D が形成されている。環状部材 121 A は、キャビティ 15 内を占めるコアピンの部分の表面を構成する。環状部材 121 A の一端を構成する面は対向面 122 A に相当し、コアピン取付部 120 A は、環状部材 121 A の他端から環状部材 121 A の内部に延在している。この例においては、コアピン取付部 120 A の先端面 123 A は、対向面 122 A の占める平面内に位置する。環状部材 121 A の肉厚 (断面形状が環状の場合、外径と内径の差の 1/2) は、0.5 乃至 4 mm とすることが好ましい。コアピン取付部 120 A は金属から作製すればよい。尚、図 32 の (A) における環状部材 121 A の一端の面 (対向面) 122 A と入れ子のキャビティ面 16 A との間のクリアランス (C₁₁) は前述したとおりとすることが望ましい。これによって、環状部材 121 A の一端の面 (対向面) 122 A と入れ子のキャビティ面 16 A との間に熔融樹脂が侵入することなく、成形品に貫通穴を形成することができる。

【0198】図 32 の (B) に模式的な一部断面図を示す例においては、入れ子 16 には貫通孔が設けられており、金型組立体の型締め時、コアピン取付部 120 A の先端部 124 A は環状部材 121 A の一端から貫通孔内へと延びる。コアピン取付部 120 A の先端部 124 A と貫通孔との間のクリアランス (C₁₁) は 0.1 mm 以上である。このような構造とすることで、成形品に確実に貫通穴を形成することができる。

【0199】図 33 の (A) に模式的な一部断面図を示す例においては、コアピン取付部 120 A の先端部 125 A は環状部材 121 の内部に止まる。入れ子 16 には貫通孔が設けられており、第 1 の金型部 10 には貫通孔から突出した突出部 10 C が設けられている。そして、突出部 10 C と貫通孔との間のクリアランス (C₁₁) は 0.1 mm 以上である。金型組立体の型締め時、突出部 10 C は環状部材 121 A の内部に嵌合する。より具体的には、金型組立体の型締め時、突出部 10 C はコアピン取付部 120 A の先端部 125 A と嵌合する。このような構造とすることでも、成形品に確実に貫通穴を形成することができる。また、嵌合精度を高めることができる。尚、コアピン取付部 120 A の先端部 125 A 及び

突出部 10C の先端面は平滑であってもよい。金型組立体の型締め時、突出部 10C の先端部側壁と環状部材 121A の内側表面とが接触しないように、突出部 10C の先端部側壁と環状部材 121A の内側表面との間のクリアランスは 0.1mm 以上あることが好ましい。

【0200】図 32 の (A) 及び (B) 並びに図 33 の (A) に示した構造においては、集中応力による環状部材の破損を防止するために、ダイヤモンド砥石で、環状部材 121A の外側コーナー部に 0.2mmR 以上の曲率を付与するか、又は C 面処理を行うことが好ましい。

【0201】図 33 の (B) に模式的な一部断面図を示す例においては、コアピンは、第 1 の金型部 10 に公知の方法で取り付けられたコアピン取付部 130A と、コアピン取付部 130A に取り付けられ、両端が開口した環状部材 131A とから成る。環状部材 131A はリング状である。環状部材 131A は例えばジルコニアから作製されており、その表面には、例えばアモルファスダイヤモンドから成る薄膜 16D が形成されている。環状部材 131A は、キャビティ 15 内を占めるコアピンの部分の表面を構成する。環状部材 131A の一端を構成する面は対向面 132A に相当し、入れ子 16 には貫通孔が設けられており、コアピン取付部 130A は、貫通孔を貫通し、そして環状部材 131A の一端から環状部材の内部に延在している。この場合、コアピン取付部 130A と貫通孔との間のクリアランス (C_{11}) は 0.1mm 以上であることが好ましい。尚、環状部材 131A の対向面 132A に相当する面と入れ子のキャビティ面 16A との間のクリアランス (C_{12}) は前述したとおりとすることが望ましい。更には、環状部材 131A の他端を構成する面 136A と第 2 の金型部 11 のキャビティ面 11B との間のクリアランス (C_{13}) は、キャビティ面 11B が金属から構成されている場合、0mm とすることができる。第 2 の金型部 11 に入れ子 (図示せず) を配設する場合には、かかる入れ子のキャビティ面と環状部材 131A の他端を構成する面 136A との間のクリアランス (C_{14}) は前述したとおりとすることが望ましい。この例においては、コアピン取付部 130A の先端面 133A は、面 136A の占める平面内に位置するが、キャビティ面 11B が金属から構成されている場合には、コアピン取付部 130A の先端面 133A は、面 136A の占める平面から突出していてもよい。

【0202】図 34 の (A) に模式的な一部断面図を示す例においては、第 2 の金型部 11 には孔部 11C が設けられており、金型組立体の型締め時、コアピン取付部 130A の先端部 134A は孔部 11C 内へ延びる。コアピン取付部 130A の先端部 134A における環状部材 131A と孔部 11C との間のクリアランス (C_{15}) は 0.01 乃至 0.03mm であることが好ましい。

【0203】図 34 の (B) に模式的な一部断面図を示す例においては、コアピン取付部 130A の先端部 13

5A は環状部材 131A の内部に止まり、第 2 の金型部 11 には突出部 11D が設けられており、金型組立体の型締め時、突出部 11D は環状部材 131A の内部に嵌合する形態とすることができる。より具体的には、金型組立体の型締め時、突出部 11D はコアピン取付部 130A の先端部 135A と嵌合する。このような構造とすることでも、成形品に確実に貫通穴を形成することができる。また、嵌合精度を高めることができる。尚、コアピン取付部 130A の先端部 135A 及び突出部 11D の先端面は平滑であってもよい。金型組立体の型締め時、突出部 11D の先端部側壁と環状部材 131A の内側表面とが接触しないように、突出部 11D の先端部側壁と環状部材 131A の内側表面との間のクリアランスは 0.1mm 以上あることが好ましい。

【0204】尚、図 33 の (B)、図 34 の (A) 及び (B) に示した構造においては、集中応力による環状部材の破損を防止するために、ダイヤモンド砥石で環状部材 131A の外側コーナー部に 0.2mmR 以上の曲率を付与するか、又は C 面処理を行うことが好ましい。

【0205】図 35 の (A) 及び図 36 の (A) に模式的な一部断面図を示す例においては、コアピンを例えばジルコニアから作製する代わりに、少なくともキャビティ 15 内を占めるコアピン 140、150 の部分の表面に、例えばジルコニアを溶射して成る溶射層 141、151 が形成されている。溶射層 141、151 の表面には、例えばアモルファスダイヤモンドから成る薄膜 16E が形成されている。尚、コアピン 140、150 は金属から作製すればよい。

【0206】図 35 の (A) に示した構造においては、コアピン 140 は第 2 の金型部 11 に取り付けられており、コアピン 140 の先端面 143 と入れ子 16 のキャビティ面 16A との間のクリアランスは十分大きい。図 36 の (A) に示した構造においては、入れ子 16 には貫通孔が設けられており、コアピン 150 はこの貫通孔を通して第 1 の金型部 10 に取り付けられており、コアピン 150 の先端面 153 と第 2 の金型部 11 のキャビティ面 11B との間のクリアランスは十分大きい。これによって、成形品に非貫通穴を形成することができる。尚、図 36 の (A) に示した例においては、キャビティ 15 内を占めるコアピン 150 の部分は、入れ子 16 のキャビティ面 16A と対向する対向面 152 を有し、対向面 152 と入れ子 16 のキャビティ面 16A との間のクリアランス (C_{16}) は前述したとおりとすることが望ましい。対向面 152 には、溶射層が形成されていても、形成されていなくともよい。

【0207】あるいは又、図 35 の (B) に模式的な一部断面図を示す例においては、コアピン 140 は第 2 の金型部 11 に取り付けられており、キャビティ 15 内を占めるコアピン 140 の部分は、入れ子 16 のキャビティ面 16A と対向する対向面 142 を有する。対向面 1

61

42と入れ子16のキャビティ面16Aとの間のクリアランス(C₁₁)は前述したとおりとすることが望ましい。対向面142には、溶射層が形成されていても、形成されていなくともよい。図35の(B)に示す構造においては、成形品に貫通穴を形成することができる。

【0208】更には、図36の(B)に模式的な一部断面図を示す例においては、入れ子16には貫通孔が設けられており、コアピン150はこの貫通孔を通して第1の金型部10に取り付けられており、キャビティ15内を占めるコアピン150の部分は、入れ子16のキャビティ面16Aと対向する対向面152を有し、対向面152と入れ子16のキャビティ面16Aとの間のクリアランス(C₁₁)は前述したとおりとすることが望ましい。尚、対向面152には、溶射層が形成されていても、形成されていなくともよい。しかも、コアピン150の先端面153と第2の金型部11のキャビティ面11Bとの間のクリアランス(C₁₁)は、キャビティ面11Bが金属から構成されている場合、0mmとすることができる。第2の金型部11に入れ子(図示せず)を配設する場合には、かかる入れ子のキャビティ面とコアピン150の先端面153との間のクリアランス(C₁₁)は前述したとおりとすることが望ましい。先端面153には、溶射層が形成されていても、形成されていなくともよい。これによって、成形品に貫通穴を形成することができる。尚、図36の(A)及び(B)において、コアピン150と入れ子16に設けられた貫通孔との間のクリアランス(C₁₁)は0.1mm以上であることが好ましい。

【0209】あるいは又、図37の(A)に模式的な一部断面図を示す例においては、コアピン140は第2の金型部11に取り付けられており、入れ子16には貫通孔が設けられており、金型組立体の型締め時、コアピン140の先端部144は貫通孔内へと延びる。コアピン140の先端部144と貫通孔との間のクリアランス(C₁₁)は0.1mm以上である形態を挙げることができる。尚、図37の(A)においては、溶射層141は、対向面142上及び先端部144の表面にも形成されているが、これらの部分に溶射層を形成しなくともよい。

【0210】一方、図37の(B)に模式的な一部断面図を示すように、入れ子16には貫通孔が設けられており、コアピン150は貫通孔を通して第1の金型部10に取り付けられている態様を挙げることができる。この場合、第2の金型部11には孔部11Cが設けられており、金型組立体の型締め時、コアピン150の先端部154は孔部11C内へ延びる。コアピン150の先端部154における溶射層151と孔部11Cとの間のクリアランス(C₁₁)は0.01乃至0.03mmであることが好ましい。

【0211】図38の(A)に示す構造は、図27の

62

(B)及び図28の(B)に示したコアピンの例を実質的に組み合わせた構造である。即ち、第1のコアピン110はジルコニア製であり、入れ子16には貫通孔が設けられており、第1のコアピン110は、この貫通孔を通して公知の方法で第1の金型部10に取り付けられている。また、第2のコアピン100もジルコニア製であり、第2の金型部11に公知の方法で取り付けられている。第1のコアピン110と第2のコアピン100の先端面は相互に嵌合し得る構造となっている。第1のコアピン110は対向面112を有する。

【0212】図38の(B)に示す構造は、図32の(A)及び図33の(B)に示したコアピンの例を組み合わせた構造である。即ち、第1のコアピンは、第1の金型部10に公知の方法で取り付けられたコアピン取付部130Bと、コアピン取付部130Bに取り付けられ、両端が開口した環状部材131Bとから成る。環状部材131Bはリング状であり、その構成は、環状部材131と同様とすることができる。コアピン取付部130Bは、環状部材131Bの他端から環状部材131Bの内部に延在している。一方、第2のコアピンは、第2の金型部11に公知の方法で取り付けられたコアピン取付部120Bと、コアピン取付部120Bに取り付けられ、両端が開口した環状部材121Bとから成る。環状部材121Bはリング状であり、その構成は、環状部材121と同様とすることができる。コアピン取付部120Bは、環状部材121Bの他端から環状部材121Bの内部に延在している。これらの環状部材121B、131Bは、キャビティ15内を占めるコアピンの部分の表面を構成する。環状部材131Bの一端を構成する面は対向面132Bに相当し、入れ子16には貫通孔が設けられており、コアピン取付部130Bは、貫通孔を貫通し、そして環状部材131Bの一端から環状部材の内部に延在している。この場合、コアピン取付部130Bと貫通孔との間のクリアランス(C₁₁)は0.1mm以上であることが好ましい。コアピン取付部120B、130Bは相互に嵌合し得る構造となっている。環状部材121Bの一端面(先端面)と環状部材131Bの他端面(先端面)との間には、0.003乃至0.03mmのクリアランスがあることが、環状部材121Bや環状部材131Bの破損を防止する上で好ましい。

【0213】図39の(A)に示す構造は、図35の(B)及び図36の(B)に示したコアピンの例を組み合わせた構造である。即ち、入れ子16には貫通孔が設けられており、コアピンは、入れ子16に設けられた貫通孔を通して第1の金型部10に取り付けられた第1のコアピン150と、第2の金型部11に取り付けられた第2のコアピン140とから成り、金型組立体の型締め時、第1のコアピン150の先端部154と第2のコアピン140の先端部144とが嵌合する。第1のコアピン150に形成された溶射層151の先端面と第2のコ

アビン 140 に形成された溶射層 141 の先端面との間には、0.003 乃至 0.03 mm のクリアランスがあることが、溶射層 141、151 の破損を防止する上で好ましい。

【0214】図 39 の (B) に示す構造は、図 38 の (A) に示した構造の変形であり、第 1 の金型部 10 に入れ子 16 が取り付けられ、第 2 の金型部 11 に入れ子 16 が取り付けられている。入れ子 16 には貫通孔が設けられており、ジルコニア製の第 1 のコアビン 110 は、この貫通孔を通して公知の方法で第 1 の金型部 10 に取り付けられている。第 1 のコアビン 110 は対向面 112 を有する。第 2 のコアビン 100 もジルコニア製であり、入れ子 16 には貫通孔が設けられており、第 2 のコアビン 100 は、この貫通孔を通して公知の方法で第 2 の金型部 11 に取り付けられている。第 2 のコアビン 100 は対向面 102 を有する。第 1 のコアビン 110 と第 2 のコアビン 100 の先端面は相互に嵌合し得る構造となっている。第 1 のコアビン 110 における対向面 112 と入れ子 16 のキャビティ面 16A との間のクリアランス (C_{11})、及び第 2 のコアビン 100 における対向面 102 と入れ子 16 のキャビティ面 16A との間のクリアランス (C_{12}) は、前述したとおりとすることが望ましい。また、第 1 のコアビン 110 と入れ子 16 の貫通孔との間のクリアランス (C_{13})、及び第 2 のコアビン 100 と入れ子 16 の貫通孔との間のクリアランス (C_{14}) は、0.1 mm 以上であることが好ましい。

【0215】(実施例 12) 実施例 12 における穴空き成形品製造用の金型組立体として、図 32 の (B) に示したコアビンを備えた金型組立体を使用した。尚、金型組立体の基本的な構造は、実施例 7 にて説明した金型組立体と同様とした。尚、実施例 12 及び実施例 13 においては、入れ子の表面及びコアビンや環状部材の表面に薄膜 16C、16D が形成された形態を説明するが、使用する熱可塑性樹脂によっては、これらの薄膜の形成は省略することもできる。また、金型組立体において、溶融樹脂射出部の図示は省略した。

【0216】実施例 12 においては、成形品の形状を、外径 99 mm、内径 32 mm の厚さ 0.3 mm のドーナツ型 (リング状) とした。

【0217】実施例 12 においては、入れ子 16 として、中心部に直径 27.00 mm の貫通孔 16F が設けられた厚さ 3.00 mm、直径 100.00 mm の円盤状の $ZrO_2-Y_2O_3$ から成る入れ子を用いた。入れ子 16 のキャビティ面 16A には薄膜 16C が形成されている。薄膜 16C の厚さを 0.5 μm とし、薄膜を構成する材料をアモルファスダイヤモンドとした。この薄膜 16C のビッカース硬度は 1500 Hv であり、動摩擦係数 (μ) は 0.2 であった。尚、薄膜 16C の形成は、実施例 2 と同様とすることができ、第 1 の金型部 (可

動金型部) 10 の入れ子装着部 10A の内法寸法を外径 100.2 mm、深さを 3.02 mm とし、炭素鋼 S55C を切削加工して入れ子装着部 10A を第 1 の金型部 (可動金型部) 10 に形成した。そして、シリコン系接着剤 (図示せず) を用いて、第 1 の金型部 (可動金型部) 10 内の入れ子装着部 10A に入れ子 16 を装着した。

【0218】第 2 の金型部 (固定金型部) 11 には、入れ子被覆部 12 が設けられている。具体的には、入れ子被覆部 12 は、入れ子 16 のキャビティ面 16A と対向する第 2 の金型部 11 の面に設けられた一種の切り込み (切り欠き) である。第 2 の金型部 11 におけるキャビティ面の内法寸法を 99.00 mm とした。図 40 の (A) に示すように、第 1 の金型部 10 と第 2 の金型部 11 とを型締めした状態において、入れ子 16 と入れ子被覆部 12 との間のクリアランス (C_{11}) を 0.03 mm 以下 ($C_{11} \leq 0.03 \text{ mm}$) とする。また、入れ子 16 に対する入れ子被覆部 12 の重なり量 (ΔS_{11}) を 0.5 mm 以上 ($\Delta S_{11} \geq 0.5 \text{ mm}$) とする。

【0219】実施例 12 の穴空き成形品製造用の金型組立体の組み立て後の金型の型締め時の状態及び型開き時の状態を、図 40 の (A) 及び (B) にそれぞれ示す。成形品に穴を形成するためのコアビンは、第 2 の金型部 (固定金型部) 11 に公知の方法で取り付けられた金属製のコアビン取付部 120A と、コアビン取付部 120A に接着剤 (図示せず) を用いて取り付けられた環状部材 121A から成る。環状部材 121A の両端は開口している。環状部材 121A は切削加工にて作製された ZrO_2 から成り、内径を 26.00 mm、外径を 32.00 mm とした。環状部材 121A の外側コーナー部は 0.5 mm R に研磨してある。環状部材 121A の表面には薄膜 16D が形成されている。薄膜 16D の厚さを 0.5 μm とし、薄膜を構成する材料をアモルファスダイヤモンドとした。この薄膜 16D のビッカース硬度は 1500 Hv であり、動摩擦係数 (μ) は 0.2 であった。尚、薄膜 16D の形成は、実施例 2 と同様とすることができ、炭素鋼 S55C から作製したコアビン取付部 120A の環状部材 121A を取り付け部分の直径を 25.90 mm とした。環状部材 121A の一端を構成する面は対向面 122A に相当し、コアビン取付部 120A は、環状部材 121A の他端から環状部材の内部に延在している。入れ子 16 のキャビティ面 16A と、環状部材 121A の対向面 122A とは面接触していない。金型の型締め時、入れ子 16 のキャビティ面 16A と、環状部材 121A の対向面 122A との間のクリアランス (C_{11}) は、0.01 mm であった。金型の型締め時、コアビン取付部 120A の先端部 124A は環状部材 121A の一端から貫通孔 16F 内へと延びる。コアビン取付部 120A の先端部 124A と貫通孔 16F との間のクリアランス (C_{11}) は 0.55 mm であ

た。このような構造とすることで、入れ子 16 及びコアピンの破損、あるいは、成形品のバリ発生を防止することができる。

【0220】そして、実施例 3 と同じ成形装置（但し、通常の射出成形を実施）を使用し、実施例 7 と同じ熱可塑性樹脂を用いて、実施例 7 と同じ成形条件にて成形を行った。尚、実施例 12 の金型組立体においては、流動係数 k_f の値は 5、流動指数 α の値は 200 であった。成形品は非常に高い鏡面性を有していた。また、成形品には、フローマーク及びジェッティング等の成形不良も認められず、成形品には貫通孔が形成されていた。また、成形品の離型もスムーズであり、剥離マークの発生もなかった。連続して成形を 10000 回行ったが、入れ子 16 に割れ等の損傷は発生せず、薄膜 16C にも損傷は発生しなかった。しかも、環状部材 121A や薄膜 16D にも損傷は発生しなかった。

【0221】（実施例 13）実施例 13 における穴空き成形品製造用の金型組立体として、図 33 の（A）に示したコアピンを備えた金型組立体を使用した。また、金型組立体の基本的な構造は、実施例 7 にて説明した金型組立体と同様とした。

【0222】実施例 13 においては、成形品の形状を、外径 99mm、内径 32mm の厚さ 0.3mm のドーナツ型（リング状）とした。

【0223】入れ子 16 を結晶化度 70% の結晶化ガラスから作製した。そして、入れ子 16 のキャビティ面 16A に対して、ダイヤモンド砥石及び酸化セリウム砥石を用いた研磨及び仕上げを行い、表面粗さ $R_{a,1}$ を 0.02 μm とした。入れ子 16 の寸法を、厚さ 4.00mm、外径 100.00mm、内径 30.00mm とした。入れ子 16 のキャビティ面 16A には薄膜 16C が形成されている。尚、この結晶化ガラスの弾性率は $0.9 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ であり、熱伝導率は $0.4 \times 10^{-1} \text{ cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{deg}$ である。薄膜 16C の厚さを 0.5 μm とし、薄膜を構成する材料をアモルファスダイヤモンドとした。この薄膜 16C のビッカース硬度は 1500 Hv であり、動摩擦係数 (μ) は 0.2 であった。尚、薄膜 16C の形成は、実施例 2 と同様とすることができる。第 1 の金型部（可動金型部）10 の入れ子装着部 10A の内法寸法を外径 100.2mm、深さを 4.02mm とし、炭素鋼 S55C から切削加工によって入れ子装着部 10A を作製した。また、入れ子装着部 10A には、コアピン取付部 120A と嵌合する円柱状の突出部 10C を設けた。次いで、入れ子 16 を入れ子装着部 10A 内にシリコン系接着剤（図示せず）を用いて装着した。

【0224】第 2 の金型部（固定金型部）11 には、入れ子被覆部 12 が設けられている。具体的には、入れ子被覆部 12 は、入れ子 16 のキャビティ面 16A と対向する第 2 の金型部 11 の面に設けられた一種の切り込み

（切り欠き）である。第 2 の金型部 11 におけるキャビティ面の内法寸法を 99.00mm とした。図 41 の（A）に示すように、第 1 の金型部 10 と第 2 の金型部 11 とを型締めした状態において、入れ子 16 と入れ子被覆部 12 との間のクリアランス ($C_{1,1}$) を 0.03mm 以下 ($C_{1,1} \leq 0.03 \text{ mm}$) とする。また、入れ子 16 に対する入れ子被覆部 12 の重なり量 ($\Delta S_{1,1}$) を 0.5mm 以上 ($\Delta S_{1,1} \geq 0.5 \text{ mm}$) とする。

【0225】第 2 の金型部（固定金型部）11 内にコアピン取付部 120A を取り付けた。炭素鋼 S55C から作製したコアピン取付部 120A の環状部材 121A を取り付ける部分の直径を 25.9mm とした。環状部材 121A を ZrO_2 から切削加工にて作製した。環状部材 121A の外径を 32.00mm、内径を 26.00mm とした。尚、環状部材の外側コーナー部をダイヤモンド砥石にて 0.5mmR に仕上げた。そして、コアピン取付部 120A の環状部材を取り付ける部分に環状部材 121A を接着剤を用いて固定した。尚、環状部材 121A の表面には薄膜 16D が形成されている。薄膜 16D の厚さを 0.5 μm とし、薄膜を構成する材料をアモルファスダイヤモンドとした。この薄膜 16D のビッカース硬度は 1500 Hv であり、動摩擦係数 (μ) は 0.2 であった。尚、薄膜 16D の形成は、実施例 2 と同様とすることができる。金型組立体の型締め時、入れ子 16 のキャビティ面 16A と、環状部材 121A の対向面 122A との間のクリアランス ($C_{1,1}$) は、0.01mm であった。突出部 10C と入れ子 16 に設けられた貫通孔との間のクリアランス ($C_{1,1}$) は 2.1mm であった。また、突出部 10C の先端部側壁と環状部材 121A の内側表面との間のクリアランスは 0.1mm であった。実施例 13 の穴空き成形品製造用の金型組立体の組み立て後の金型の型締め時の状態及び型開き時の状態を、図 41 の（A）及び（B）にそれぞれ示す。

【0226】完成した金型組立体を成形装置に取り付けた後、金型温調機を用いて 130°C まで加熱した後、40°C まで急冷しても、結晶化度 70% の結晶化ガラスから作製された入れ子 16 に割れ等の問題は発生しなかった。また、環状部材 121A や薄膜 16C、16D にも損傷は発生しなかった。

【0227】成形装置として三菱重工業（株）製、150MST 射出成形機を用い、金型組立体を 80°C 加熱した。成形用材料として黒色のポリカーボネート樹脂（三菱エンジニアリングプラスチックス（株）製：S3000）を用い、樹脂温度 300°C、射出圧力 1500 kgf/cm^2 - G の条件でキャビティ 15 内に溶融樹脂を溶融樹脂射出部 14 から射出した。その後、20 秒後に金型組立体の型開きを行い、次いで、成形品を金型組立体から取り出した。尚、実施例 13 の金型組立体においては、流動係数 k_f の値は 7、流動指数 α の値は 100 であった。

【0228】入れ子16と接触した成形品表面は、成形品の端部に至るまで優れた光沢を有しており、ウエルドラインは発生していなかった。成形品には、フローマーク及びジェットニング等の成形不良も認められず、成形品には貫通孔が形成されていた。また、成形品の離型もスムーズであり、剥離マークの発生もなかった。尚、10000回の成形を行っても、入れ子16や環状部材121A、薄膜16C、16Dに破損は認められなかった。

【0229】以上、本発明を好ましい実施例に基づき説明したが、本発明はこれらに限定されるものではない。実施例にて説明した金型組立体の構造、金型組立体の構成要素の材料や構成、成形品の製造方法における各種条件は例示であり、適宜変更することができる。成形品に穴（貫通穴あるいは非貫通穴や凹部）を形成する場合には、コアピンを設ける代わりに、入れ子に突起部（凸部）を設けてもよい。

【0230】

【発明の効果】本発明においては、特定の特性を有する入れ子を金型組立体に備えることによって、大きな断熱効果を得ることができ、キャビティ内に充填された熔融熱可塑性樹脂の急冷を抑制することができる。その結果、キャビティ内の熔融熱可塑性樹脂に固化層が形成され難くなり、キャビティ内における熔融熱可塑性樹脂の流動距離を延長することが可能となる。それ故、薄肉成形品であっても確実に成形を行うことが可能となる。また、無機繊維を含有する熱可塑性樹脂を使用した場合であっても、成形品の表面に無機繊維の析出を防止することができ、しかも、ジェットニングやフローマーク等の外観不良が成形品に発生することを効果的に防止することができる。

【0231】また、本発明の金型組立体において、入れ子を所定のクリアランスや重なり量の範囲内で金型部内に組み込めば、長期的な成形を実施しても、入れ子に破損が生じることがなくなり、容易且つ安価に金型組立体を作製できる。しかも、成形品の外観を損なうことがなくなり、成形品端部のバリ発生を防止でき、成形品の不良率低減及び成形品の均質化、高品質化を達成することができ、成形品の製造コストの削減を図ることができる。

【0232】更には、キャビティ内での熔融樹脂の流動性が向上するが故に、キャビティ内への熔融樹脂の導入圧力を低く設定できるので、成形品に残留する応力を緩和でき、成形品の品質が向上する。また、導入圧力を低減できるために、金型部の薄肉化、成形装置の小型化が可能となり、成形品のコストダウンも可能になる。

【0233】本発明において、コアピンを備えた金型組立体を用いることによって、熔融樹脂の急速なる冷却に起因した転写性の劣化、光沢性の劣化を防止することができ、更にはウエルドラインの発生を抑制することがで

きる。また、容易に且つ確実に穴空き成形品を成形することができる。

【0234】尚、入れ子やコアピン、環状部材に薄膜を形成すれば、金型組立体からの成形品の離型不良も併せて防止できるので、連続成形も容易であり、成形品の品質も安定しており、長期に亘り成形が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1の金型組立体の模式的な端面図である。

【図2】実施例1の金型組立体の組み立て中の模式的な端面図である。

【図3】実施例1の金型組立体の組み立て中の模式的な端面図である。

【図4】実施例3の金型組立体において、金型部の開閉方向に沿ったキャビティの距離が t となるように第1の金型部と第2の金型部とを型締めした状態を示す模式的な端面図である。

【図5】実施例3の金型組立体において、金型部の開閉方向に沿ったキャビティの距離を t とした状態を示す模式的な端面図である。

【図6】実施例3の金型組立体の組み立て中の模式的な端面図である。

【図7】実施例3の金型組立体の組み立て中の模式的な端面図である。

【図8】実施例3の金型組立体において、キャビティ内に熔融熱可塑性樹脂を射出中の状態を示す模式的な端面図である。

【図9】実施例3の金型組立体において、キャビティ内に熔融熱可塑性樹脂を射出した後の状態を示す模式的な端面図である。

【図10】実施例5の金型組立体の模式的な端面図である。

【図11】実施例5の金型組立体の組み立て中の模式的な端面図である。

【図12】実施例5の金型組立体において、キャビティ内への熔融樹脂の射出完了時点の状態を示す模式的な端面図である。

【図13】実施例5の金型組立体の変形の模式的な端面図である。

【図14】実施例6の金型組立体において、金型部の開閉方向に沿ったキャビティの距離が t となるように第1の金型部と第2の金型部とを型締めした状態、及び、金型部の開閉方向に沿ったキャビティの距離を t とした状態を示す模式的な端面図である。

【図15】実施例6の金型組立体において、金型部の開閉方向に沿ったキャビティの距離が t となるように第1の金型部と第2の金型部とを型締めし、熔融樹脂射出部からキャビティ内に熔融熱可塑性樹脂を射出した状態、及び、金型部の開閉方向に沿ったキャビティ15の距離を t とした状態を示す模式的な端面図である。

【図 1 6】実施例 6 の金型組立体の変形を示す模式的な端面である。

【図 1 7】実施例 7 の金型組立体を型締めしたときの模式的な端面図、及び、組み立て中の金型組立体の模式的な端面図である。

【図 1 8】実施例 7 の金型組立体を型開きしたときの模式的な端面図、及び、キャビティ内に溶融熱可塑性樹脂を射出した後の状態を示す模式的な端面図である。

【図 1 9】実施例 7 の金型組立体の変形を示す模式的な端面である。

【図 2 0】実施例 8 の金型組立体の模式的な端面図、及び、金型組立体の組み立て中の模式的な端面図である。

【図 2 1】実施例 8 の金型組立体の変形を示す模式的な端面である。

【図 2 2】実施例 9 の金型組立体を型締めしたときの模式的な端面図である。

【図 2 3】実施例 9 の金型組立体の組み立て中の模式的な端面図である。

【図 2 4】実施例 9 の金型組立体を型開きしたときの模式的な端面図である。

【図 2 5】実施例 9 の金型組立体の変形を示す模式的な端面である。

【図 2 6】実施例 1 0 における金型組立体の模式的な端面図である。

【図 2 7】コアピンを備えた本発明の金型組立体の模式的な一部断面図である。

【図 2 8】コアピンを備えた本発明の金型組立体の模式的な一部断面図である。

【図 2 9】コアピンを備えた本発明の金型組立体の模式的な一部断面図である。

【図 3 0】コアピンを備えた本発明の金型組立体の模式的な一部断面図である。

【図 3 1】コアピンを備えた本発明の金型組立体の模式的な一部断面図である。

【図 3 2】コアピンを備えた本発明の金型組立体の模式的な一部断面図である。

【図 3 3】コアピンを備えた本発明の金型組立体の模式的な一部断面図である。

【図 3 4】コアピンを備えた本発明の金型組立体の模式的な一部断面図である。

【図 3 5】コアピンを備えた本発明の金型組立体の模式的な一部断面図である。

【図 3 6】コアピンを備えた本発明の金型組立体の模式的な一部断面図である。

【図 3 7】コアピンを備えた本発明の金型組立体の模式的な一部断面図である。

【図 3 8】コアピンを備えた本発明の金型組立体の模式的な一部断面図である。

【図 3 9】コアピンを備えた本発明の金型組立体の模式的な一部断面図である。

10 【図 4 0】実施例 1 2 における穴空き成形品製造用の金型組立体の模式的な一部端面図である。

【図 4 1】実施例 1 3 における穴空き成形品製造用の金型組立体の模式的な一部端面図である。

【図 4 2】動摩擦係数 (μ) の測定方法を説明するための鈴木式試験機概念図である。

【図 4 3】従来の技術における問題点を説明するための金型等の模式的な断面図である。

【符号の説明】

1 0, 2 0 . . . 第 1 の金型部

1 0 A, 1 1 A . . . 入れ子装着部

20 1 1, 2 1 . . . 第 2 の金型部

1 2, 2 2 . . . 入れ子被覆部

1 3 . . . スプルー部

1 4, 2 4 . . . 溶融樹脂射出部

1 5, 2 5 . . . キャビティ

1 6, 1 7, 2 6 . . . 入れ子

1 6 A, 1 6 B, 1 7 A, 1 7 B, 2 6 A . . . 入れ子の表面

1 6 C, 1 6 D, 1 6 E . . . 薄膜

1 8, 1 8 A, 1 8 B . . . ボルト

30 1 9, 2 3 . . . 被覆プレート

1 0 1, 1 1 1, 1 4 0, 1 5 0 . . . コアピン

1 0 2, 1 1 2, 1 2 2, 1 2 2 A, 1 3 2, 1 3 2

A, 1 3 2 B, 1 4 2, 1 5 2 . . . 対向面

1 0 3, 1 1 3, 1 2 3, 1 2 3 A, 1 3 3, 1 3 3

A, 1 4 3, 1 5 3 . . . 先端面

1 0 4, 1 1 4, 1 2 4 A, 1 2 5 A, 1 3 4 A, 1 3

5 A, 1 4 4, 1 5 4 . . . コアピンの先端部

1 2 0, 1 2 0 A, 1 3 0, 1 3 0 A . . . コアピン取

付部

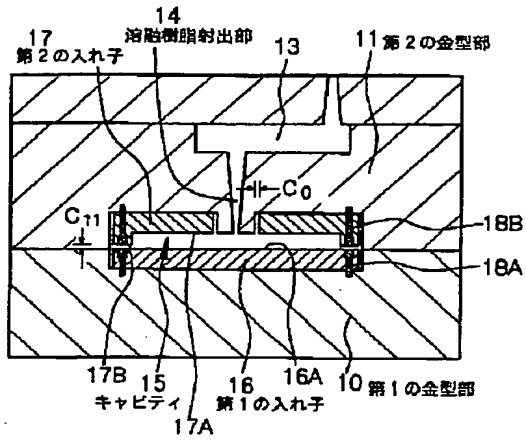
40 1 2 1, 1 2 1 A, 1 3 1, 1 3 1 A . . . 環状部材

1 4 1, 1 5 1 . . . 溶射層

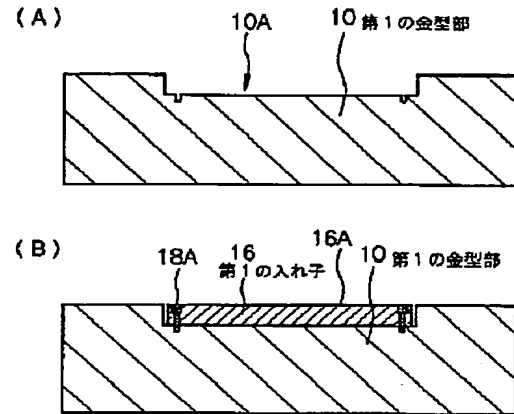
【図 1】

【図 2】

【図 1】 (実施例 1)



【図 2】

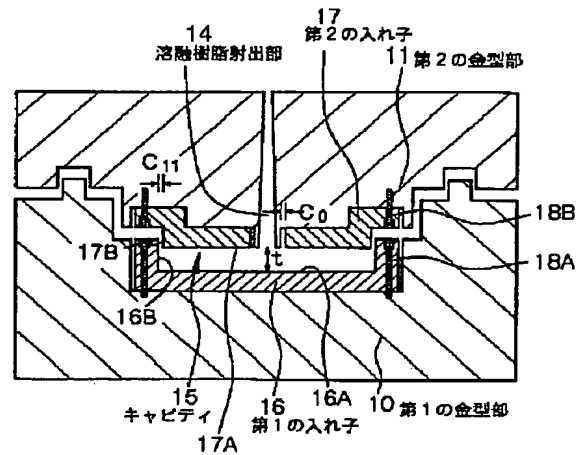
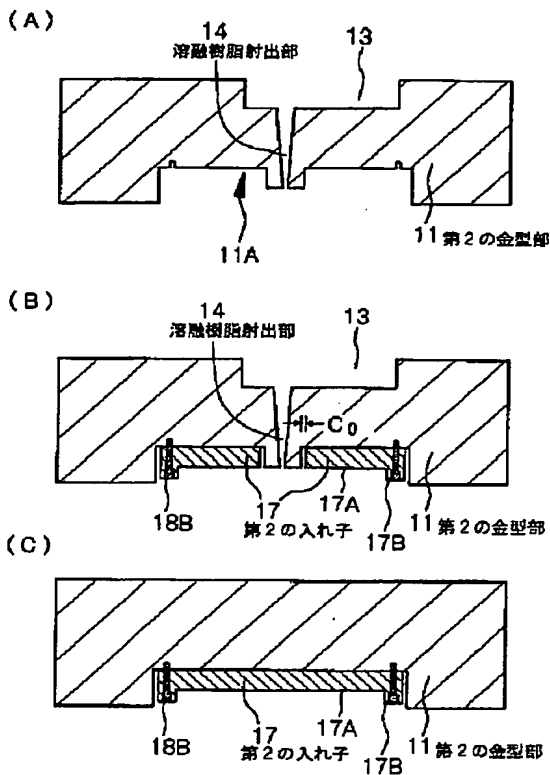


【図 3】

【図 4】

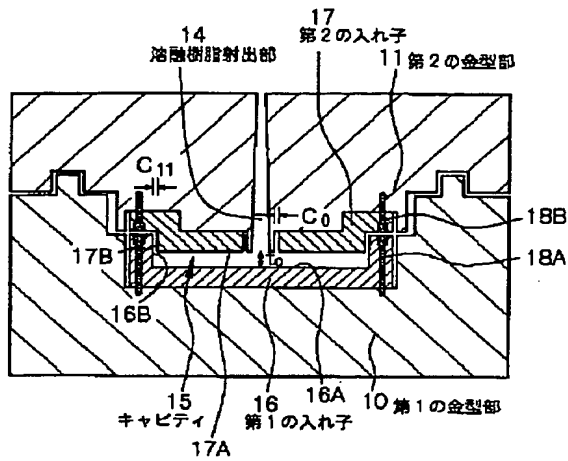
【図 3】

【図 4】 (実施例 3)



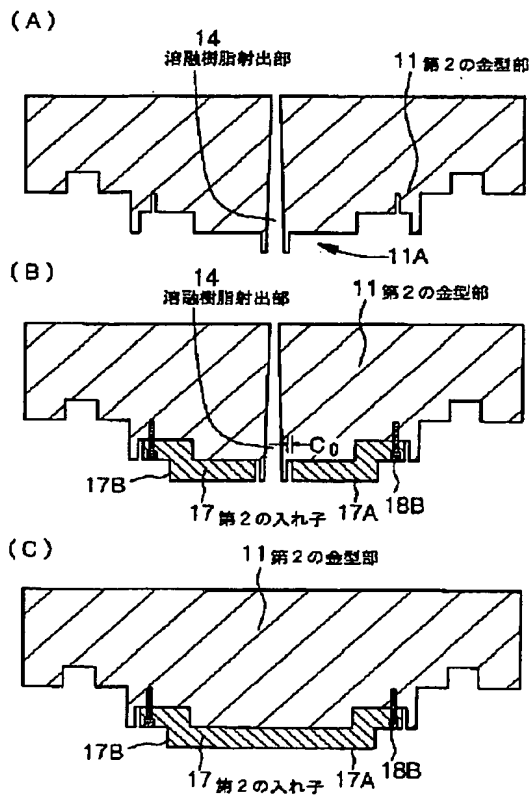
【図 5】

【図 5】



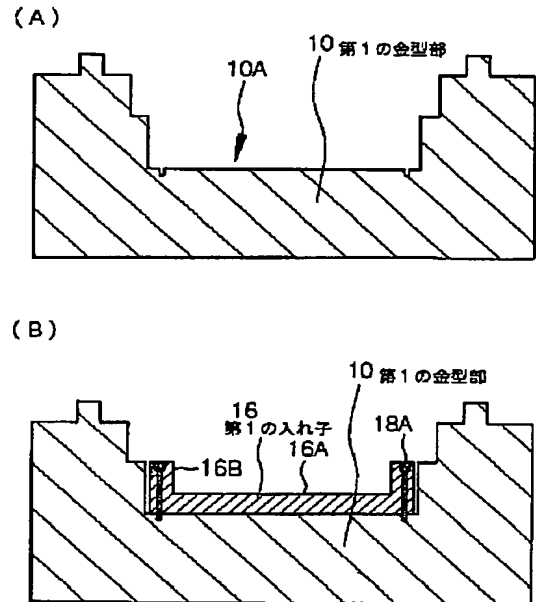
【図 7】

【図 7】



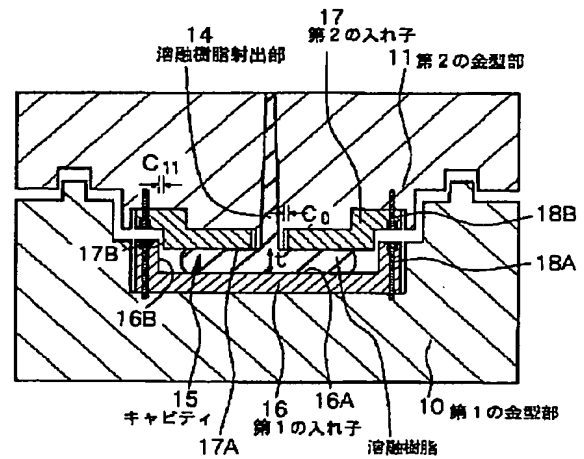
【図 6】

【図 6】



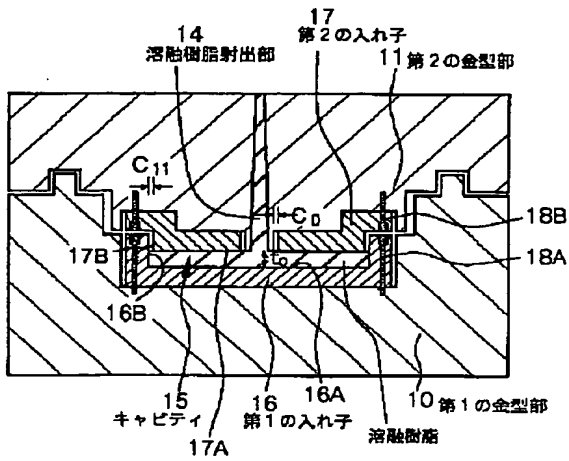
【図 8】

【図 8】



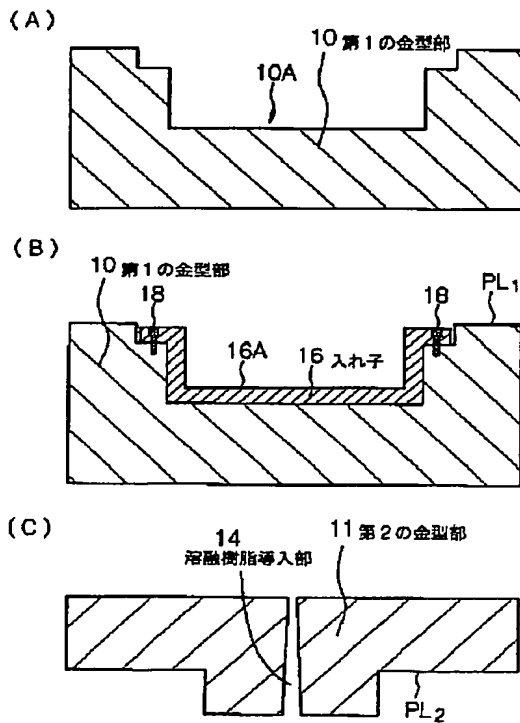
【図 9】

【図 9】



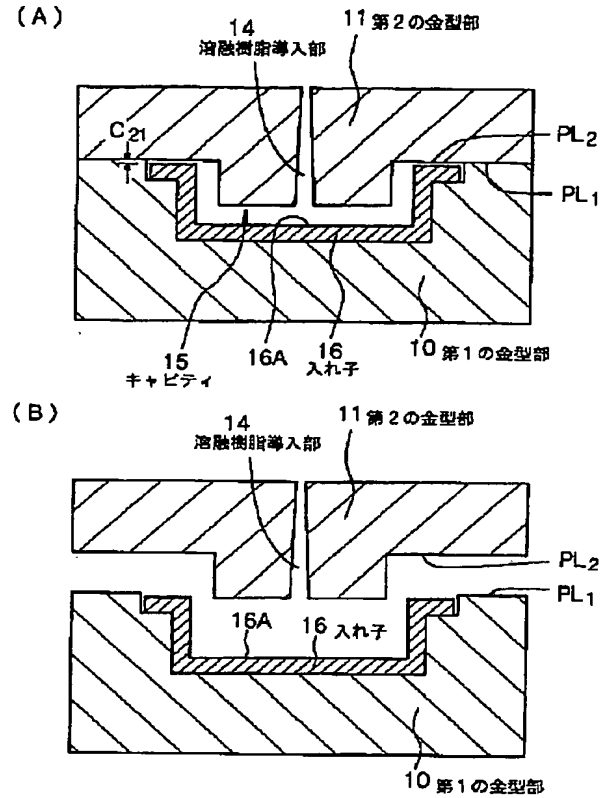
【図 11】

【図 11】



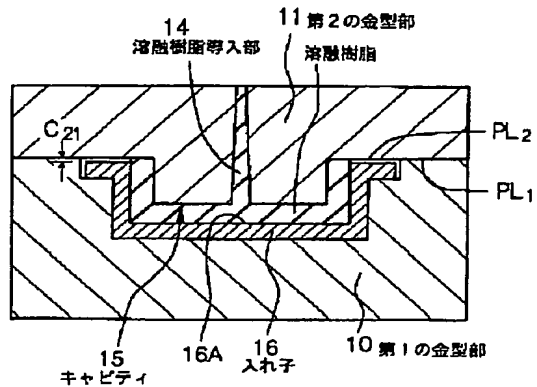
【図 10】

【図 10】 (実施例 5)



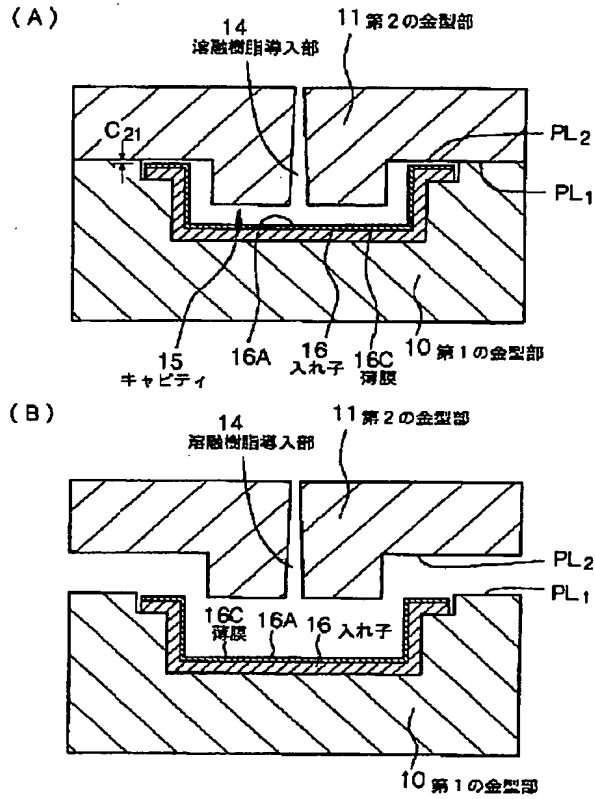
【図 12】

【図 12】



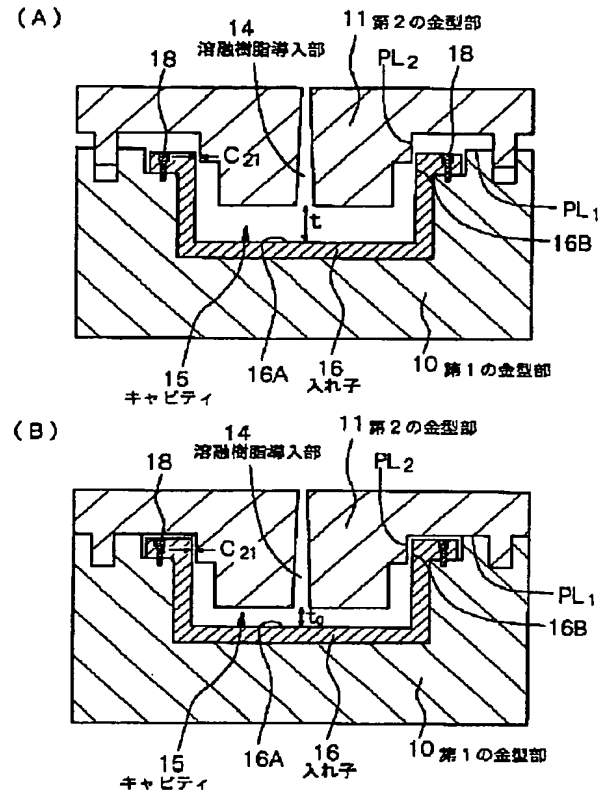
【図 1 3】

【図 1 3】 (実施例 5 の変形)



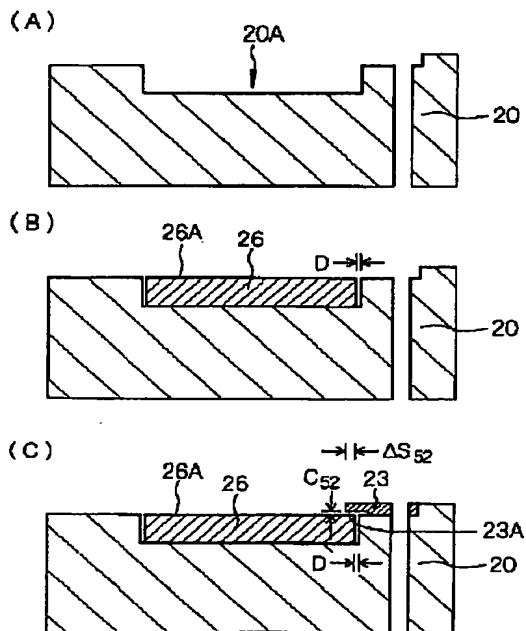
【図 1 4】

【図 1 4】 (実施例 6)



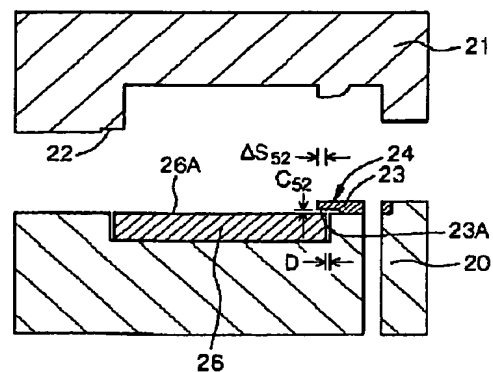
【図 2 3】

【図 2 3】



【図 2 4】

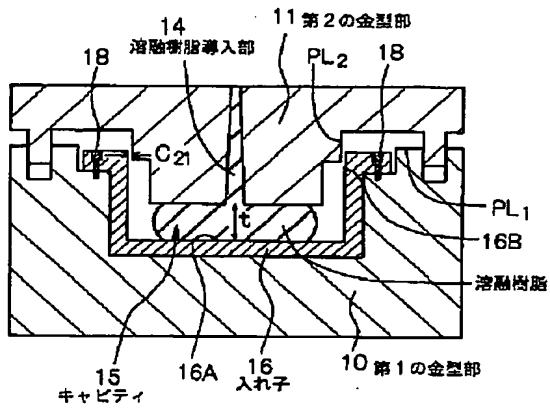
【図 2 4】



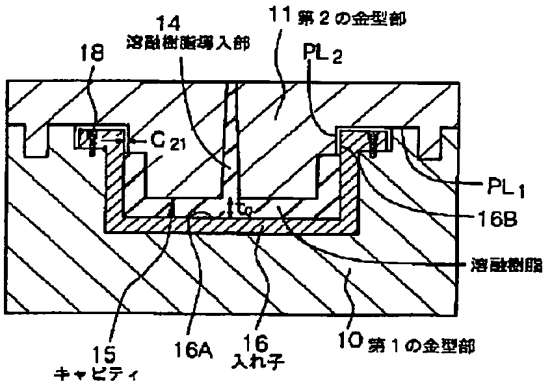
【図 1 5】

【図 1 5】

(A)



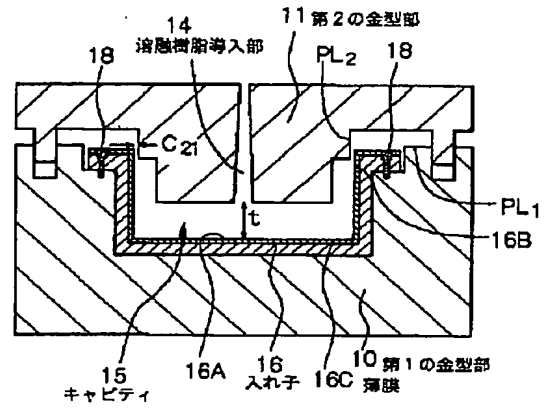
(B)



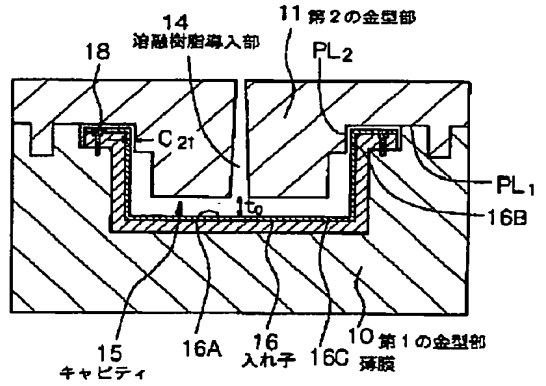
【図 1 6】

【図 1 6】 (実施例 6 の変形)

(A)

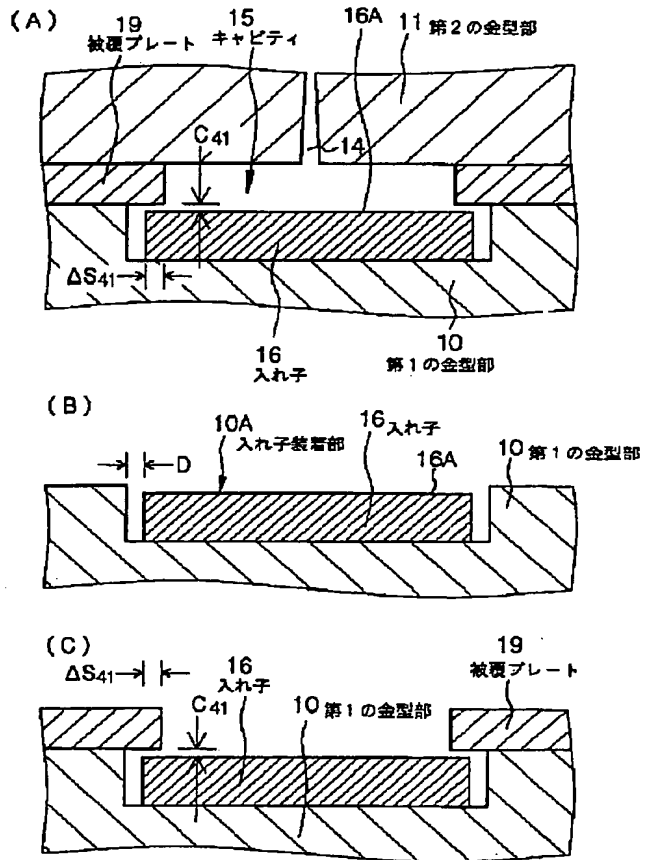


(B)



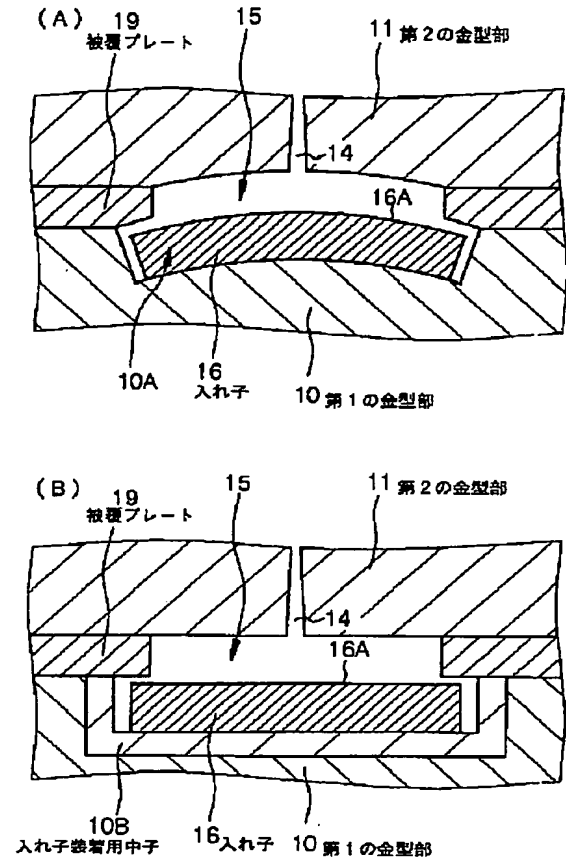
【図 2 0】

【図 2 0】 (実施例 8)



【図 2 1】

【図 2 1】 (実施例 8 の変形)



【図 2 2】

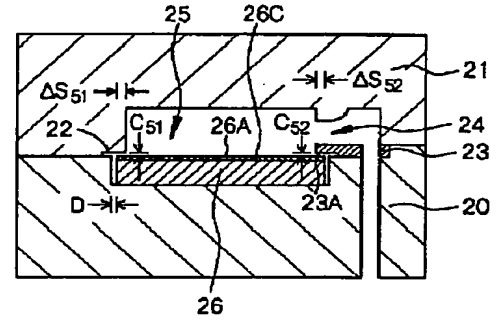
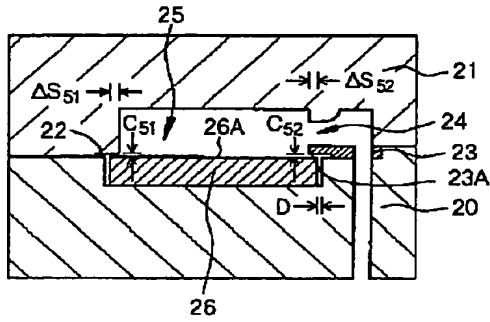
【図 2 5】

【図 2 2】 (実施例 9)

【図 2 5】 (実施例 9 の変形)

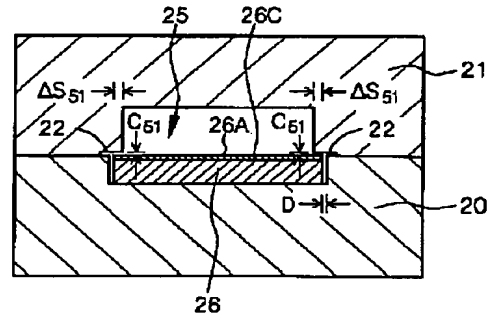
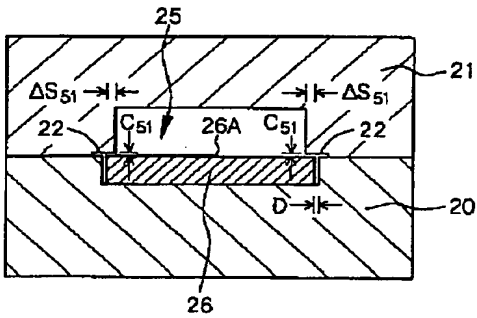
(A)

(A)



(B)

(B)



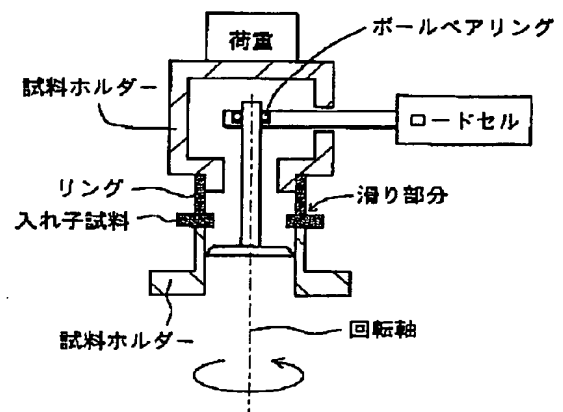
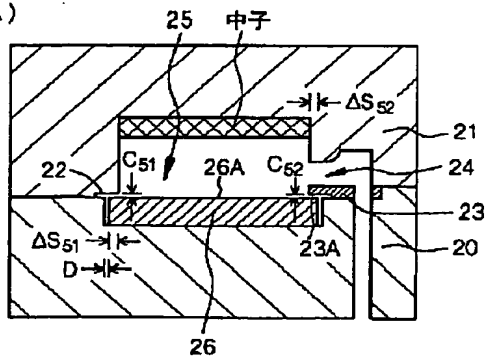
【図 2 6】

【図 4 2】

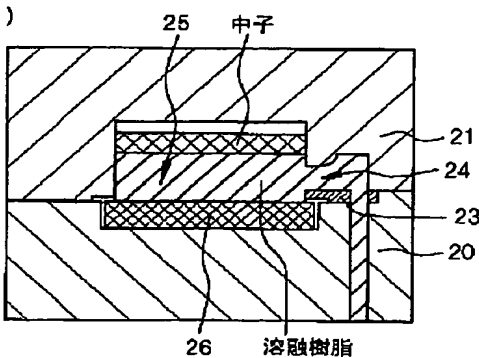
【図 2 6】 (実施例 10)

【図 4 2】

(A)



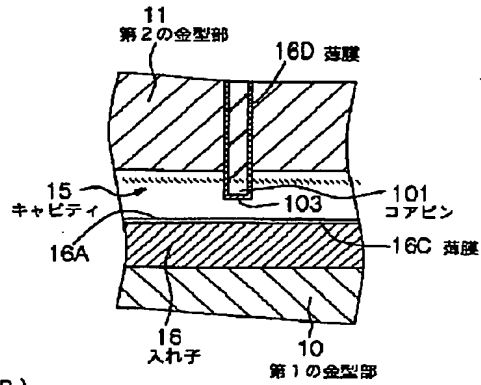
(B)



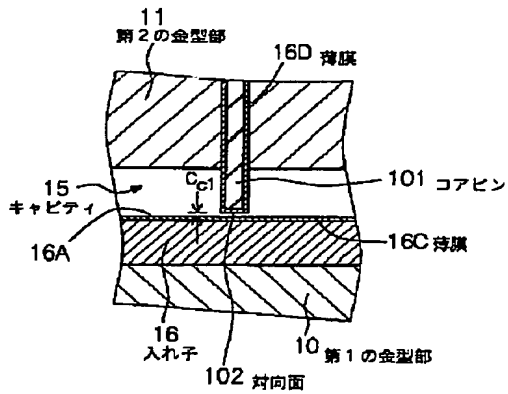
【図 27】

【図 27】

(A)



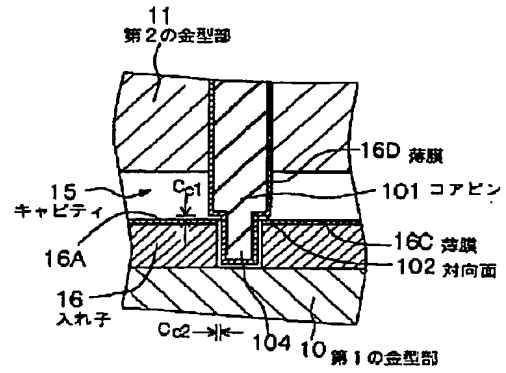
(B)



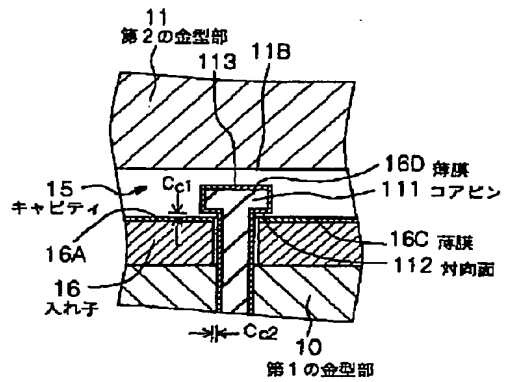
【図 28】

【図 28】

(A)



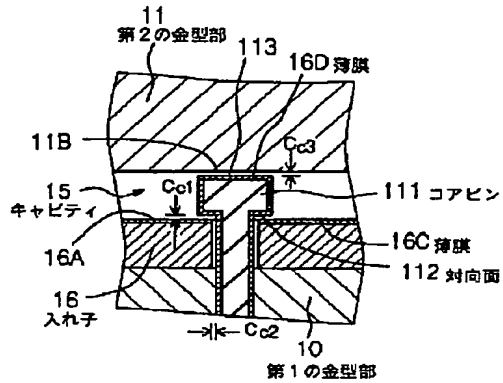
(B)



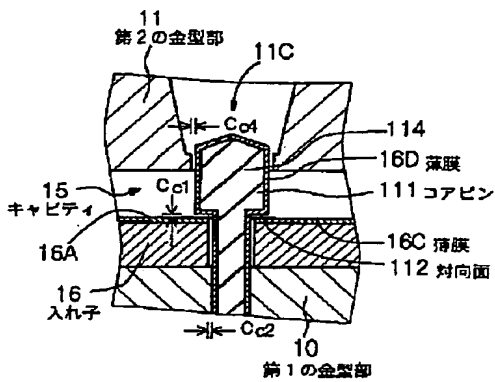
【图 29】

【圖 29】

(A)

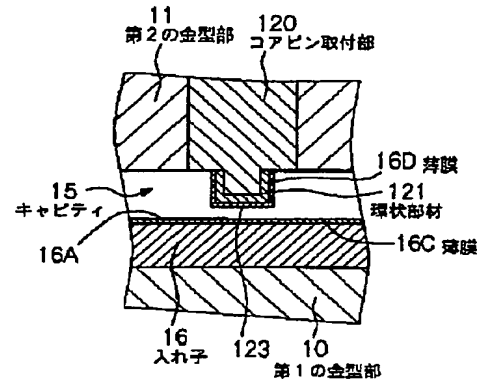


(B)

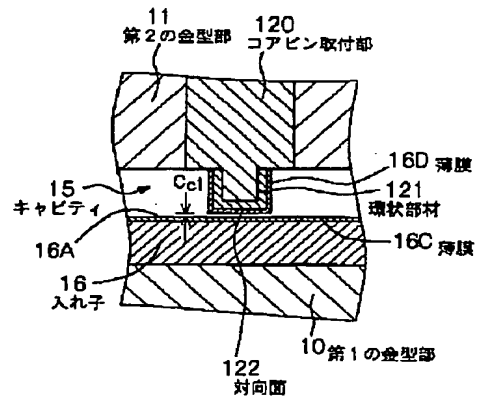


【図 30】

(A)



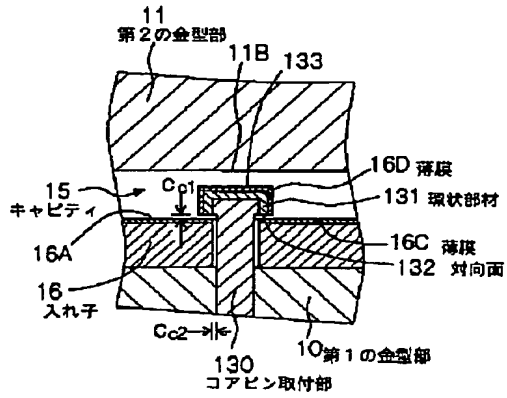
(B)



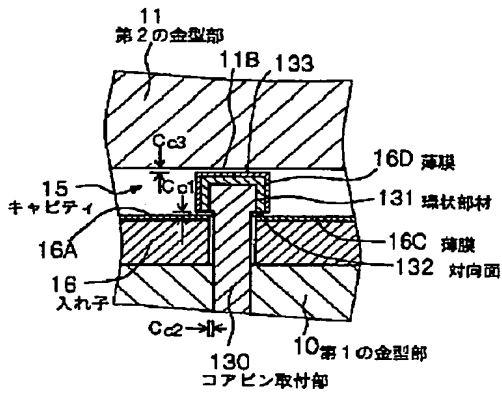
【図 3 1】

【図 3 1】

(A)



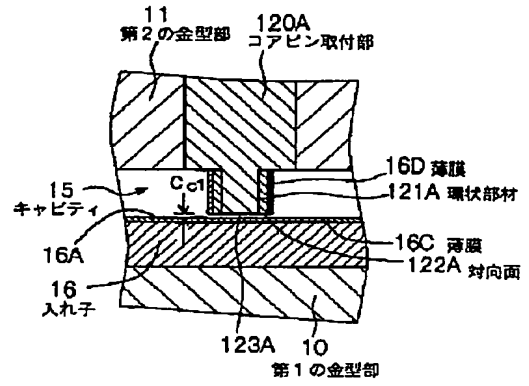
(B)



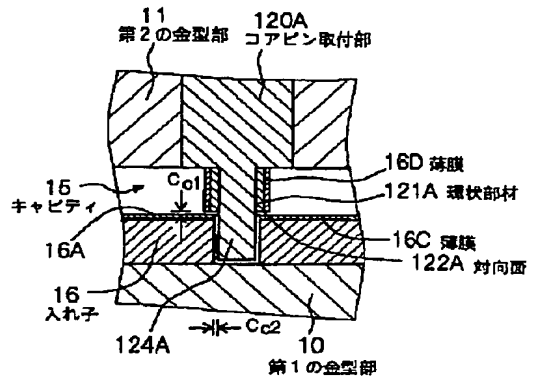
【図 3 2】

【図 3 2】

(A)

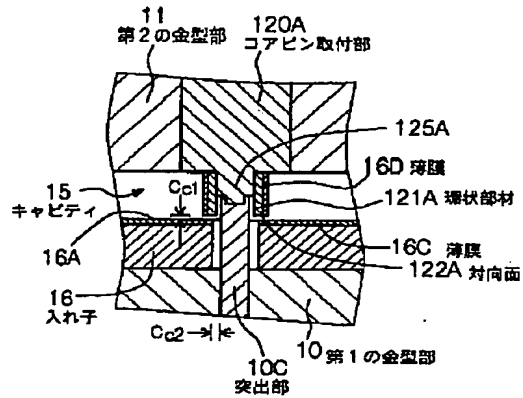


(B)

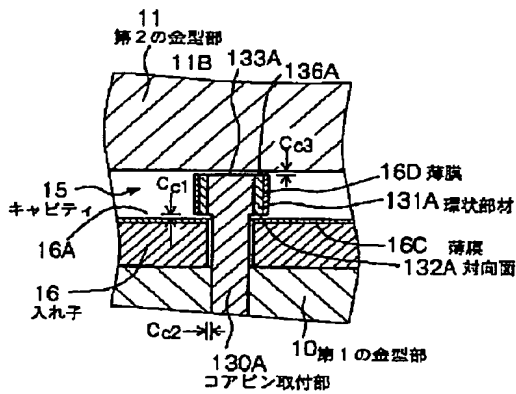


【図 3 3】

(A)



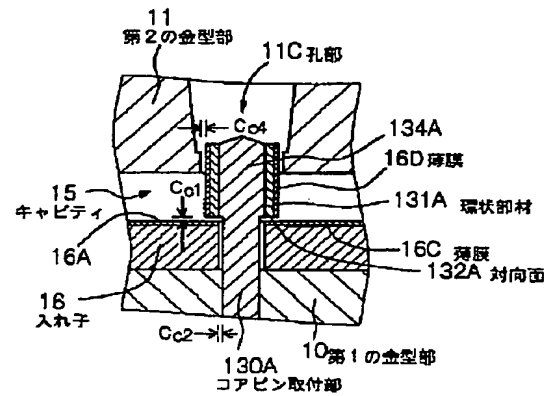
(B)



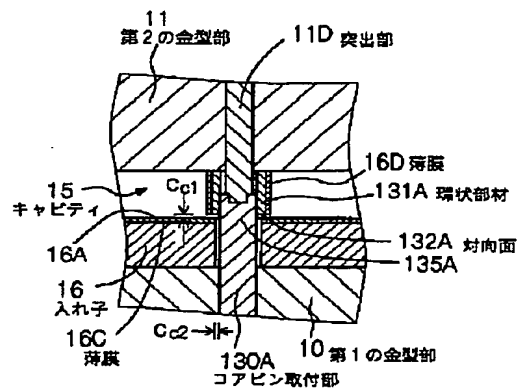
【図 3 4】

【図 3 4】

(A)



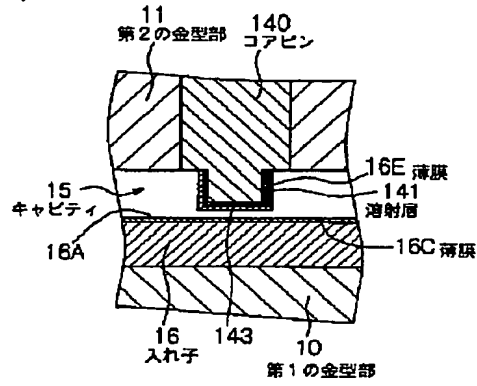
(B)



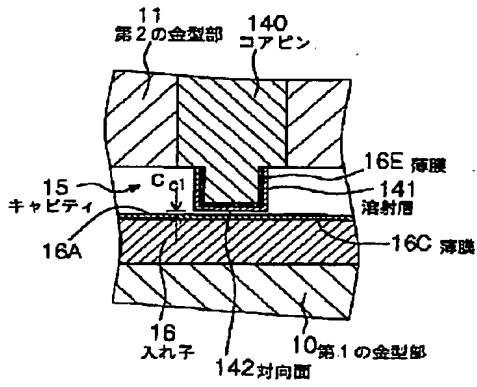
【図 3 5】

【図 3 5】

(A)



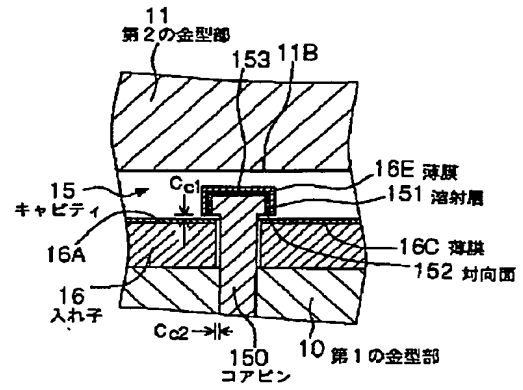
(B)



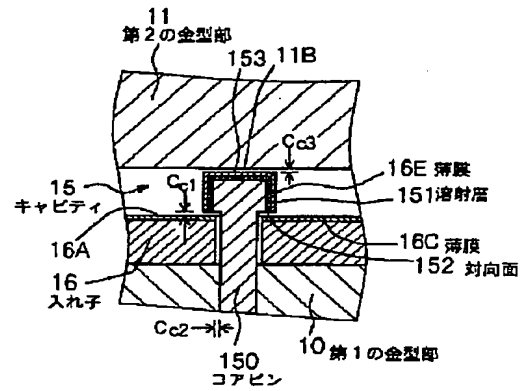
【図 3 6】

【図 3 6】

(A)



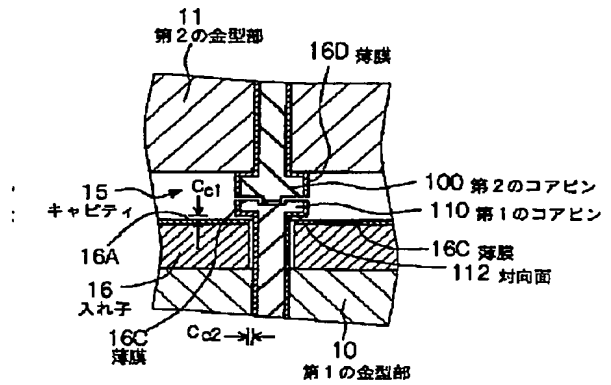
(B)



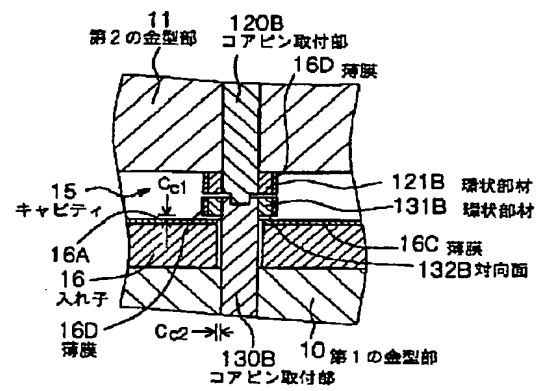
【图 38】

【圖38】

(A)



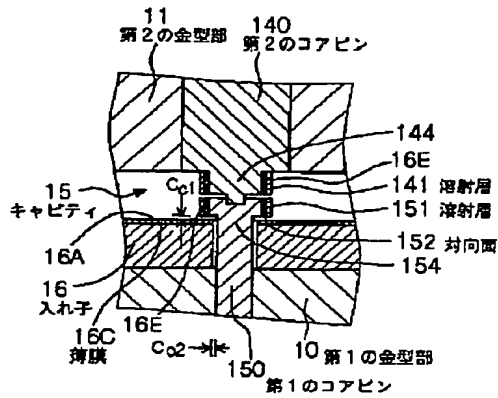
(B)



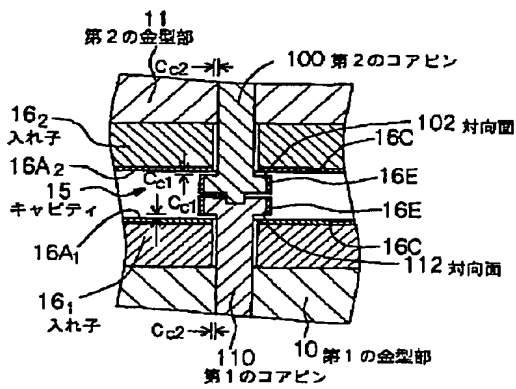
【図 3 9】

【図 3 9】

(A)



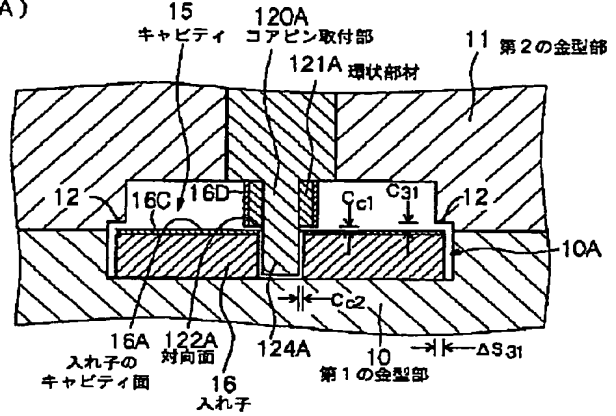
(B)



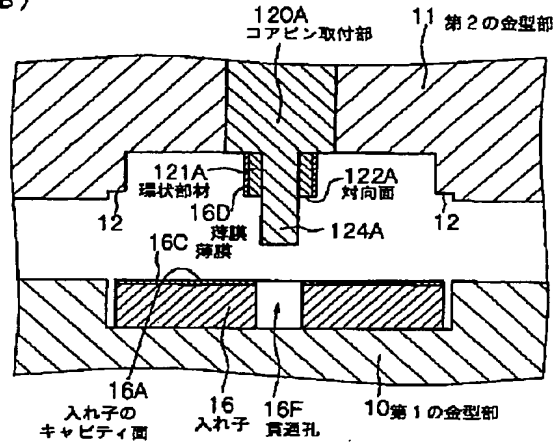
【図 4 0】

【図 4 0】 (実施例 1 2)

(A)

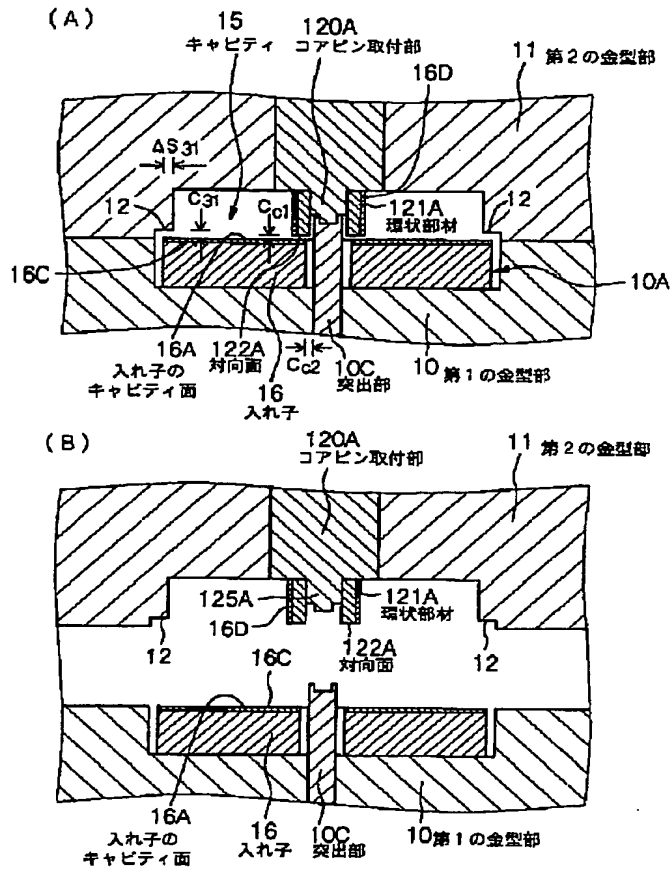


(B)



【図 4 1】

【図 4 1】 (実施例 13)



【図 4 3】

【図 4 3】

